N° d'Ordre

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ

DE LYON

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

PAR

JACQUES FROMAGET

Collaborateur au Service Géologique de l'Indochine.

1re THÈSE. — Etudes géologiques sur le nord de l'Indochine centrale.

2e THÈSE. — Proposition donnée par la Faculté.

Soutenues en *devant la Commission d'examen*

MM. DEPÉRET *Président.*
ROMAN, DONCIEUX *Examinateurs.*

HANOI
IMPRIMERIE D'EXTRÊME-ORIENT
—
MCMXXVII

N° D'ORDRE

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ

DE LYON

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

PAR

JACQUES FROMAGET

Collaborateur au Service Géologique de l'Indochine.

1re THÈSE. — Etudes géologiques sur le nord de l'Indochine centrale.

2e THÈSE. — Proposition donnée par la Faculté.

Soutenues en *devant la Commission d'examen*

MM. DEPÉRET *Président.*
ROMAN, DONCIEUX } *Examinateurs.*

HANOI
IMPRIMERIE D'EXTRÊME-ORIENT
—
MCMXXVII

UNIVERSITÉ DE LYON - FACULTÉ DES SCIENCES

Doyen

M. DEPÉRET, ✻ O., ✠ I., ✠, Membre de l'Institut.

Assesseur

M. KŒHLER, ✻ O., ✠ I., ✠, Correspondant de l'Institut.

Professeurs honoraires

MM. VESSIOT, ✻ O., ✠ I. — R. DUBOIS, ✻, ✠ I., ✠.
GÉRARD, ✻ O., ✠ I., ✠ C. — RIGOLLOT, ✻, ✠ I. — VAUTIER, ✠ I.

Professeurs titulaires

MM. DEPÉRET, ✻ O., ✠ I., ✠, Membre de l'Institut, *Géologie.*
KŒHLER, ✻ O., ✠ I., ✠, Correspondant de l'Institut, *Zoologie.*
OFFRET, ✻, ✠ I., ✠, *Minéralogie théorique et appliquée.*
LE VAVASSEUR, ✻, ✠ I., *Calcul différentiel et intégral.*
DULAC, ✻, ✠ I., *Mathématiques pures.*
MASCART, ✻, ✠ I., ✠, *Astronomie physique.*
GRIGNARD, ✻ O., ✠ I., ✠, P. N., Membre de l'Institut, *Chimie générale.*
SIRE, ✠ A., *Mécanique rationnelle et appliquée.*
X . . . . . *Physiologie générale et comparée.*
MEUNIER, ✻, ✠ I., *Chimie industrielle.*
COUTURIER, ✠ I., ✠, *Chimie agricole.*
BEAUVERIE, ✻, ✠ I., ✠ C, *Botanique.*
THOVERT, ✻, ✠ I., ✠, *Physique.*

R. UNIV
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Professeurs titulaires (sans chaire)

MM. VANEY, ✻, ✠ I., *Zoologie.*
LOCQUIN, ✻, ✠ I., *Chimie générale.*
JOB, ✠ I., *Chimie physique.*

Maîtres de conférences et Chargés de cours complémentaires

MM. H. DOUIN, *Botanique.*
DÉJARDIN, *Physique.*
LEMARCHANDS, *Chimie industrielle.*
RICHE, ✠ I., *Géologie.*
BONNET, ✠ I., *Zoologie appliquée et Zootechnie.*
ROMAN (F.) ✠ I., *Géologie agricole.*
MAYET, ✻, ✠ I., *Anthropologie.*
PELOSSE, ✠ A., *Sériciculture.*
CLÉMENT, ✠ I., ✠, *Physiologie*
DONCIEUX, ✠ I., *P. C. N. supérieur.*
SEYEWETZ, ✻ ✠, I., *Matières colorantes artificielles.*

Secrétaire

Mme NÉTIEN ✠ A..

A LA MÉMOIRE VÉNÉRÉE

DE

W. KILIAN

A Monsieur le Professeur

CHARLES DEPÉRET

Membre de l'Institut
Doyen de la Faculté des Sciences de
l'Université de Lyon

Hommage de profonde
reconnaissance et de respectueux
dévouement.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545905_0033

PRÉFACE

Jusqu'à ces dernières années les travaux des Géologues qui ont étudié l'Indochine, ont porté presque exclusivement sur sa partie nord ; en particulier sur le Tonkin et le Nord-Annam. Sur la région qui nous intéresse, nous ne possédions que les rapports de tournées de M. Lantenois, un itinéraire de M. Dussault et quelques notes de M. Deprat.

Le synthèse de toutes les connaissances sur la géologie de l'Indochine fut magistralement exposée par M. le Professeur Ch. Jacob à la XIII[e] session du Congrès géologique international qui se tint à Bruxelles en 1922. Cette mise au point, faite par la voix la plus autorisée pour parler de géologie indochinoise, fit entrevoir maints problèmes dont la solution restait encore à trouver.

L'Indochine se montrait composée de deux compartiments de structures très différentes : au sud, un pays de cristallin et de paléozoïque recouvert par des terrains secondaires horizontaux ; au nord, un pays de nappes dans lequel certaines parties du secondaire sont plissées. Le raccord de ces deux compartiments, encore inconnu, devait hypothétiquement passer dans le nord de l'Indochine centrale, quelque part sur la transversale Xieng Khouang-Porte d'Annam.

En outre, la direction nord-ouest sud-est d'un grand nombre d'éléments structuraux de toute l'Indochine ne laissait-elle pas entrevoir l'existence d'une ancienne structure, antérieure aux terrains secondaires ? Ces plissements anciens qui, dans le nord, avaient échappé à l'investigation par suite des déformations dont ils avaient été l'objet de la part des mouvements plus récents, devaient, s'ils existaient réellement, se retrouver dans les régions tabulaires du centre et du sud de l'Indochine.

De ces deux problèmes, le premier devait nécessairement être résolu par l'étude du nord de l'Indochine centrale, quant au second, on pouvait espérer que l'étude du Pays de Qui Dat, où des fossiles du dévonien rhénan avaient été trouvés, et celle des plateaux du Cammon, situés aussi dans cette partie de la presqu'île permettraient de recueillir des éléments de solution.

L'exploration de cette partie de l'Indochine centrale fut donc décidée par M. Jacob, qui m'en confia l'exécution avant son départ pour France, après m'avoir fait attacher comme collaborateur au Service Géologique.

L'ensemble du travail m'a demandé quatre années, de Février 1923 à Mars 1927, dont 21 mois d'études sur le terrain.

La première campagne, commencée le 5 Février 1923, dura une centaine de jours et fut employée, en partie, à la reconnaissance rapide des terrains qui affleurent entre la mer et le Mékong, en partie, à l'étude plus détaillée du Pays de Qui Dat. Les résultats de ces premières courses vinrent confirmer les espérances ; la région la mieux

étudiée comprenait du dévonien et du dinantien plissés sous le carbonifère supérieur presque horizontal.

Les autres campagnes sur le terrain ne firent que confirmer cette découverte en même temps qu'elles m'apportèrent une foule de renseignements sur la constitution géologique et la structure de cette partie de l'Indochine.

Quoiqu'il en soit des résultats acquis, ce travail, qui couvre une surface de plus de 56.000 kilomètres carrés, dont environ un tiers sans cartes topographiques, ne doit être considéré que comme une esquisse, dans laquelle les différentes régions n'ont pu être traitées de la même façon.

La Chaîne annamitique, avec ses 400 kilomètres de longueur, couverte de forêts et généralement ensevelie dans la pluie ou le brouillard, constitue la partie la plus inégalement étudiée. Délaissée en très grande partie par les topographes, sa traversée fut dans bien des cas une véritable exploration en pays inconnu. En dehors du col de Keo Neua, utilisé par une route automobilable, nous l'avons franchie suivant quinze itinéraires différents, dont trois complètement nouveaux ; il faut dire d'ailleurs que les autres n'étaient pas beaucoup mieux connus, leur passage n'ayant été fait, pour un bon nombre, qu'une seule fois par les Officiers de la mission Pavie.

Ce travail aujourd'hui terminé, je n'aurai pu l'entreprendre sans l'aide généreuse de W. Kilian, de M. Charles Depéret et de M. Charles Jacob ; leur appui me fut indispensable pour me permettre d'entrer au Service Géologique.

Je n'oublierai jamais les moments passés au Laboratoire de Grenoble auprès de W. Kilian, le Maître éminent que la mort a si prématurément ravi à la Science. A différentes reprises, après que les soucis de l'existence m'eurent éloigné de la Géologie, le Maître, se souvenant toujours de moi, m'avait appuyé de sa haute autorité pour m'y faire revenir.

Mes sentiments de profonde reconnaissance vont au savant Doyen de la Faculté des Sciences de Lyon, M. le Professeur Ch. Depéret. En toutes circonstances, depuis l'époque où je fus admis à travailler sous sa haute direction, le Maître de la Paléontologie française me prodigua ses conseils et ses encouragements. Jamais il ne cessa de m'entourer de sa bienveillante sollicitude et de s'intéresser à mes travaux.

Toute ma reconnaissance va aussi à M. le Professeur Ch. Jacob, ancien Chef du Service Géologique de l'Indochine, à qui je dois ma situation de collaborateur à ce service. C'est sur sa proposition chaleureuse que ma candidature fut agréée. Depuis longtemps le savant Professeur de Toulouse s'est intéressé à moi : à Grenoble, en 1907, où je l'ai connu dans le Laboratoire de W. Kilian, et plus tard, depuis son arrivée à la Colonie jusqu'à ce jour, il n'a cessé de me prodiguer ses conseils, de critiquer mes travaux et de s'occuper de mon avenir.

Je ne veux pas oublier M. le Professeur E. Haug, qui fut mon premier maître et dont je me souviens encore des leçons et de celles de ses regrettés collaborateurs, L. Pervinquière et L. Gentil.

Une tournée de près de trois semaines au Yunnan, en Annam et au Laos, où j'accompagnais M. le Professeur A. Lacroix m'a permis de profiter, sur le terrain, en même temps que dans de longues conversations, de l'immense savoir du Maître de la Pétrographie française. Je lui en suis infiniment reconnaissant.

Je remercie très sincèrement M. Lochard, Directeur des Mines et des Affaires économiques de l'Indochine, pour le bienveillant intérêt qu'il n'a cessé de me porter depuis le jour où il voulut bien agréer ma candidature au Service géologique.

J'adresse mes remerciements à Messieurs Dussault et Blondel qui ont bien voulu m'accorder leur confiance, en tant que Chefs de service. Le programme de travail qui avait été établi par M. Jacob fut exécuté sous leur direction. En outre, M. Dussault, par sa connaissance profonde de l'Indochine, me fit profiter de ses conseils.

Enfin, j'ai tiré le plus grand profit de la tournée de deux semaines que je fis avec M. Blondel ainsi que des conversations que j'eus avec lui.

Au Laboratoire, je dois à M. Bourret, dont on connaît la compétence en pétrographie, de nombreux conseils sur l'étude des roches et la détermination d'un grand nombre d'entre elles.

M^elle^ Colani, auteur d'une très importante étude sur les Fusulinidés, a bien voulu se charger de la détermination des Foraminifères provenant de mes récoltes.

J'ai profité, en outre, pour la détermination de mes autres fossiles, des conseils et des connaissances paléontologiques de MM. Mansuy et Patte.

Je prie M^elle^ Colani, MM. Mansuy, Bourret et Patte d'agréer mes meilleurs remerciements pour tous les services qu'ils ont bien voulu me rendre.

Sur le terrain l'exécution de ce travail eut été impossible sans le concours de MM. les Résidents supérieurs Bosc et Pasquier, de MM. les Résidents et Commissaires du Gouvernement : Barelle, Barthélémy, Chatel, Drouot, Dupuy, Monnet et Thibeaudeau et des agents européens et indigènes placés sous leurs ordres. Je leur adresse mes sincères remerciements.

Hanoi, Mars 1927.

INTRODUCTION

Ce livre a pour but d'exposer les résultats de nos observations sur la constitution géologique et la structure du nord de l'Indochine centrale.

Il sera divisé en cinq parties :

La première sera un aperçu géographique sommaire dans lequel la partie descriptive jouera, de beaucoup, le rôle le plus important.

Dans la deuxième partie, nous donnerons un aperçu géologique d'ensemble destiné à faciliter la lecture des 3e et 4e parties.

La troisième partie, la plus considérable, sera entièrement consacrée à la stratigraphie.

La structure, traitée sous la forme de descriptions régionales, fera l'objet de la quatrième partie.

Enfin, en manière de conclusion, nous essayerons de retracer, dans la cinquième partie, l'histoire de ce fragment du territoire indochinois, au cours des temps géologiques.

Ce travail sera précédé d'une liste bibliographique et suivi d'une table des noms géographiques cités.

LISTE ALPHABÉTIQUE DES OUVRAGES CITÉS

1. — Argand E. — Sur l'arc des Alpes occidentales. *Eclogae Geologicae Helvetiae.* Vol. XIV. 1916. pp. 145 à 191, pl. 3 et 4.

2. — Bertrand L. — La Notion des Faciès en Géologie. *Revue du Mois,* nº 52, 10 avril 1910.

3. — Bertrand L. — Les anciennes mers de la France et leurs dépôts. I Vol. Paris 1921.

4. — Blondel F. — Etudes géologiques dans le sud-est de l'Indochine. *Bull. Serv. Géol. de l'Indochine.* 1927.

5. — Bourret R. — Etudes géologiques sur le nord-est du Tonkin. (Feuilles de Bao Lac, Cao Bang, Ha Lang, Bac Kan, That Khé et Long Tchéou). *Bull. Serv. Géol. de l'Indochine.* Vol. XI, fasc. 1. 1922.

6. — Bourret R. — Contribution à l'étude des Roches indochinoises. *Bull. Serv. Géol. de l'Indochine.* Vol. XIII, fasc. 1. 1922.

7. — Bourret R. — Etudes géologiques dans la région de Pak Lay (Moyen Laos). *Bull. Serv. Géol. de l'Indochine.* Vol. XIII. fasc. 2. 1925.

8. — Bourret R. — Contribution à l'étude des Roches indochinoises (Roches de la région de Nha Trang et du nord du Tonkin) *Bull. Serv. Géol. de l'Indochine.* Vol. XIV, fasc. 3. 1925.

9. — Bourret R. — La Chaîne annamitique et le plateau du Bas-Laos à l'ouest de Huè. *Bull. Serv. Géol. de l'Indochine.* Vol. XIV, fasc. 5. 1925.

10. — Brunhes J. — La Géographie humaine. 3 Vol. Paris 1925.

11. — Chassigneux E. — Plages soulevées dans le nord de l'Annam. *La Géographie.* Tome XXXII, Nº 2. Année 1918, p. 81-95.

12. — Colani M. — Etude sur les Flores tertiaires de quelques gisements de lignite de l'Indochine et du Yunnan. *Bull. Serv. Géol. de l'Indochine.* Vol. VIII, fasc. 1. 1920.

13. — Colani M. — Nouvelle contribution à l'étude des Fusulinidés de l'Extrême-Orient. *Mém Serv. Géol. de l'Indochine.* Vol. XI, fasc. 1. 1924.

14. — Deprat J. — 1. Note sur les terrains primaires dans le Nord-Annam et dans le Bassin de la Rivière Noire (Tonkin) et sur les classifications des terrains primaires en Indochine. 2. Etude préliminaire des terrains triasiques du Tonkin et du Nord-Annam. 3. Les charriages de la région de la Rivière Noire sur les feuilles de Thanh Ba et de Van Yen. 4. Les séries stratigraphiques en Indochine et au Yunnan. *Mem. Serv. Géol. de l'Indochine.* Vol. II, fasc. 2. 1913.

15. — Deprat J. — Les inflexions des directions tectoniques dans le Nord de l'Annam et leurs relations. *C. R. Ac. Sc.* 17 août 1917.

16. — Dussault L. — Contribution à la Géologie du Laos *Bull. Serv. Géol. de l'Indochine.* Vol. VI, fasc. 4. 1919.

17. — Dussault L. — Explorations géologiques de la province de Sam Neua, Laos. *Bull. Serv. Géol. de l'Indochine* Vol. IX, fasc. 2. 1920.

18. — Dussault L. — Etudes géologiques dans le Tonkin occidental. *Bull. Serv. Géol. de l'Indochine.* Vol. X, fasc. 2. 1921.

19. — Dussault L — Sur la Géologie de la Province de Sam Neua (Haut-Laos oriental). *C. R. Ac. Sc.* T. 174. pp 225 à 227, 23 janvier 1922.

20. — Dussault L. — Sur la Géologie du Tonkin occidental. *Ibid* , pp. 408 à 410, 6 février 1922.

21. — Dussault L. — Le Tam Dao et la région de la basse Rivière Claire. *Ibid.* pp. 555 à 557 20 février 1922.

22. — Dussault L. — La Géographie du Tonkin occidental. *Cahier nº 3 de la Société de Géographie d'Hanoi. 1922.*

23. — Dussault L. — Etudes géologiques dans la Chaîne annamitique septentrionale. *Bull. Serv. Géol. de l'Indochine.* Vol. XIV, fasc. 4. 1925.

24. — Fromaget J. — La série sédimentaire du centre de l'Indochine *C. R. Ac. Sc.* Tome 181, p. 559. 26 octobre 1925.

25. — Fromaget J. — Sur l'extension et les affinités des faunes fossiles en Indochine. *C. R. Ac. Sc.* T. 181. p. 616. 3 novembre 1925.

26. — Fromaget J. — Les mouvements hercyniens dans l'Indochine centrale. *Congrès géologique international* XIVe session, Madrid 1926.

27. — Frontou L. — Note sur la nature et la répartition des terres de Phu Qui (Nghè An). *Bull. Serv. Economique de l'Indochine.* Nouvelle série. 29e Année, octobre 1926. pp. 529 à 532.

28. — Gignoux M. — Géologie stratigraphique. 1 Vol. Paris 1925.

29. — Haug E. — Traité de géologie. Tomes I-II. Paris 1907-11.

30. — Jacob Ch. — Etudes géologiques dans le Nord-Annam et le Tonkin. *Bull. Serv. Géol. de l'Indochine.* Vol. X, fasc. 1. 1921.

31. — Jacob Ch. — La structure géologique de l'Indochine française *Congrès géologique international* XIIIe session, Bruxelles 1922.

32. — Jacob Ch. et Dussault L. — Exploration géologique dans le Haut-Laos. *Bull. Serv. Géol. de l'Indochine.* Vol. XIII, fasc. 4 1924.

33. — Lacroix A. — Minéralogie de la France et de ses Colonies. 5 Vol. Paris 1893-1913.

34. — Lacroix A — Minéralogie de Madagascar . 3 Vol. Paris 1922-23.

35. — Lacroix A. — Etude du gîte stannifère du Nam Hin Boun. *Bull. Soc. Franc. de minéralogie.*

36. — Lantenois H. — Note sur la Géologie de l'Indochine. *Mém. Soc. Géol. de France.* 4e série T. 1er Mém. nº 4. 1907.

37. — Launay (de) L. — Traité de Métallogénie. Gîtes minéraux et métallifères. 3 Vol. Paris 1913.

38. — Launay (de) L. — La géologie et les richesses minérales de l'Asie. 1 Vol. Paris 1911.

39. — Mansuy H. — Mission du Laos. 1. Géologie des environs de Luang Prabang. 2. Mission Zeil dans le Laos septentrional. Résultats paléontologiques. II. Contribution à la Géologie du Tonkin. Paléontologie. *Mém. Serv. Géol. de l'Indochine.* Vol. I, fasc. 4. 1912.

40. — Mansuy H. — Paléontologie de l'Annam et du Tonkin. *Mém. Serv. Géol. de l'Indochine.* Vol. II, fasc. 3. 1913.

41. — Mansuy H.— Faunes des calcaires à Productus de l'Indochine. (1re série) *Mém. Serv. Géol. de l'Indochine* Vol. II, fasc. 4. 1913.

42. — Mansuy H. — Nouvelle contribution à la paléontologie de l'Indochine. 1. Contribution à l'étude des faunes paléozoïques et triasiques du Tonkin. 2. Faunes du Carboniférien inférieur du Tran Ninh. 3. Sur la présence du genre Pomarangina Diener, du Trias de l'Himalaya, dans le trias du Tonkin. *Mém. Serv. Géol. de l'Indochine.* Vol. II, fasc. 5. 1913.

43. — Mansuy H. — Nouvelle contribution à la paléontologie du Yunnam. — Description d'espèces nouvelles des terrains paléozoïques et triasiques du Tonkin. Contribution à la paléontologie du Laos. — Gisement liasique des schistes de Trian (Cochinchine). — Etudes des faunes paléozoïques et mésozoïques des feuilles de Phu Nho Quan et de Son Tay (Tonkin). *Mém. Serv. Géol. de l'Indochine.* Vol. III, fasc. 2. 1914.

44. — Mansuy H. — Faunes des calcaires à Productus de l'Indochine (2e série). — Faunes des calcaires à Productus du Cambodge. *Mém. Serv. Géol. de l'Indochine.* Vol. III, fasc. 3. 1914.

45. — Mansuy H. — Faunes cambriennes du Haut Tonkin. *Mém. Serv. Géol. de l'Indochine.* Vol. IV, fasc. 2. 1915.

46. — Mansuy H. — Contribution à l'étude des faunes de l'Ordovicien et du Gothlandien du Tonkin. *Mém. Serv. Géol. de l'Indochine.* Vol. IV, fasc. 3. 1915.

47. — Mansuy H. — Faunes paléozoïques du Tonkin septentrional. Nouvelle contribution à l'étude des Faunes des calcaires à Productus de l'Indochine. — Etudes complémentaires des faunes paléozoïques et triasiques dans l'Est du Tonkin (feuilles de That Khé, Pho Binh Gia et Lang Son). *Mém, Serv, Géol. de l'Indochine.* Vol. V, fasc. 4. 1916.

48. — Mansuy H. — Faunes triasiques et liasiques de Na Cham, Tonkin. — Description de quelques espèces du Dévonien du Tonkin, du Laos et du Carboniférien du Yunnam. *Mém. Serv. Géol. de l'Indochine.* Vol. VI, fasc. 1. 1919.

49. — Mansuy H. — Nouvelle contribution à l'étude des faunes paléozoïques et mésozoïques de l'Annam septentrional, région de Thanh Hoa. — Fossiles des terrains mésozoïques de la région de Sam Neua (Laos Nord-Oriental). Fossiles des calcaires ouralo-permiens du Tran Ninh (Laos). *Mém. Serv. Géol. de l'Indochine.* Vol. VII, fasc 1. 1920.

50. — Mansuy H. — Etudes complémentaires des faunes triasiques de la région de Thanh Hoa, Nord-Annam. Descriptions des fossiles des terrains paléozoïques et mésozoïques du Tonkin septentrional (Feuilles de Cao Bang, de Ha Lang, de That Khé et de Lang Son). Description de quelques espèces de l'Ouralo-permien et du Trias du Tonkin occidental. — Nouvelle contribution à l'étude des Faunes des terrains gothlandiens, dévoniens et rhétiens de la région de la basse Rivière Noire (feuilles de Son Tây et de Van Yèn). *Mém. Serv. Géol. de l'Indochine.* Vol. VIII, fasc. 1. 1921.

51. — Mansuy H. — Catalogue général par terrains et par localités des fossiles recueillis en Indochine et au Yunnan, par les Géologues du Service Géologique et par les Officiers du Service Géographique de l'Indochine, au cours des Années 1913-18. *Bull. Serv. Géol. de l'Indochine*. Vol. VI, fasc. 6. 1919.

52. — Mansuy H. — Supplément au Catalogue général. *Bull. Serv. Géol. de l'Indochine*. Vol. VII, fasc. 3. 1920.

53. — Martonne (de) E. — Traité de Géographie physique. I Vol. Paris. Edition 1920.

54. — Martonne (de) E. — Traité de Géographie physique. 4e Edition. Tome I. Notions générales. Climat. Hydrographie. 1925. Tome II. Le relief du sol. 1926.

55. — Patte E. — Notes sur le Préhistorique indochinois. I. Résultats des fouilles de la Grotte sépulcrale néolithique de Minh Cam (Annam). II. Note sur un outil en rhyolite grossièrement taillé provenant du massif du Bac Son (Tonkin) *Bull. Serv. Géol. de l'Indochine*. Vol. XII, fasc. 1. 1923.

56. — Patte E. — Le flottage des ponces et l'étude du volcanisme sous-marin. *Bull. Volcanologique*, Nos 7-8. 1926.

57. — Patte E. — Le kjökkenmödding néolithique du Bao Tro à Tam Toa, près de Donghoi (Annam). *Bull. Serv. Géol. de l'Indochine*. Vol XIV, fasc. 1. 1925.

58. — Pavie A. — Mission Pavie. Géographie et Voyages avec la collaboration des Capitaines Cupet, de Malglaive et Rivière et de M. Lefèvre-Pontalis. 7 Vol. Paris. 1901-1919.

59. — Raby M. — L'industrie minière en Indochine (1923-24). *Bull. Economique de l'Indochine*. No 171, Nouvelle série. 11-1925.

60. — Russier H. et Brenier H. — L'Indochine française. 1 Vol. Paris 1911.

61. — Suess Ed. — La Face de la terre (Traduit et annoté sous la direction de E. de Margerie) 3eme Vol. Paris 1902-1918.

62. — Termier P. — A la gloire de la terre. 1 Vol. Paris 1922.

63. — Zeil G. — Contribution à l'étude géologique du Haut Tonkin. *Mém. Soc. Géol. de France*. 4e Série — Tome 1. Mém. No 3. 1907.

PREMIÈRE PARTIE

APERÇU GÉOGRAPHIQUE

Introduction.

La partie de l'Indochine que nous nous proposons de décrire est comprise, du nord au sud, entre les parallèles 19° 20' et 17° 05' ; à sa limite orientale elle est baignée par le Golfe du Tonkin, tandis qu'à l'ouest elle est contiguë au Siam, dont la sépare le Mékong, au sud de l'embouchure du Nam Sane ; plus au nord, sa limite rejoint, en déviant légèrement à l'ouest, le plateau du Tran Ninh et Xieng Khouang.

La Chaîne annamitique qui la divise obliquement, du nord-ouest au sud-est en deux parties sensiblement égales, constitue, sauf sur quelques kilomètres au nord, la limite administrative de l'Annam et du Laos.

Les provinces de l'Annam intéressées sont : la province du Nghe An, dont le chef-lieu est Vinh, celle de Ha Tinh, qui porte le nom de son chef-lieu, puis celle du Quang Binh, qui a son chef-lieu à Dong Hoi.

La partie du Laos, comprise dans les limites précitées correspond presqu'entièrement à la province du Cammon, dont la résidence du Commissaire du Gouvernement est Thakhek sur le Mékong, le reste comprend une petite partie de la province de Vientiane et de celle du Tran Ninh, dont le chef-lieu est Xieng Khouang.

La superficie de cette partie du territoire indochinois est de 56.000 kilomètres carrés. Sa population indigène, qui est d'environ 1.260.000 personnes (1), dont 1.180.000 pour l'Annam et 80.000 seulement pour le Laos, est composée en majeure partie d'Annamites : 1.125.000 ; le reste comprend à peu près 70.000 Indonésiens, 60.000 Thai, et 5.000 Meo.

La répartition de cette population suivant l'altitude est intéressante à connaître.

Les Annamites et les Thai n'habitent que les surfaces cultivables en rizières, c'est-à-dire les grandes plaines, la montagne leur inspire une crainte insurmontable ; celle-ci, dans ses parties inférieures, est occupée par les Indonésiens ; quant aux Meo,

(1) recensement de 1921.

ils se tiennent sur les plateaux les plus élevés ; jamais ils ne descendent au-dessous de la cote 800, et souvent ils se tiennent entre 1.500 et 2.000 mètres.

Cette répartition de la population fait que cette vaste surface du territoire indochinois, en dehors des plaines de l'Annam et du Laos, n'est qu'une immense forêt déserte, malgré sa moyenne de près de 23 habitants par kilomètre carré.

Pour être plus près de la vérité, nous dirons que les plaines d'Annam ont une population moyenne de 150 habitants par kilomètre carré pour une superficie de 7500km² environ, que dans les plaines du Laos (Mékong, Sé Bang Fay, etc)... la moyenne n'est que de 10 habitants par km² pour une surface de 6000 km² environ, et que le reste du territoire considéré, c'est-à-dire toute la Chaîne annamitique et le pays Muong du Nghe An, jusqu'à une cote assez basse, ne comprend pour ses 42.500 km² qu'une population de 75.000 habitants, soit 1,8 par km².

En dehors de quelques parties de la Chaîne annamitique et de la vallée du Mékong, ces régions ont fait l'objet de levers réguliers ou semi-réguliers au 1 : 100.000e, qui en facilitent grandement l'étude géologique. Ces cartes, dressées par le Service Géographique de l'Indochine, sont très détaillées en dehors des massifs calcaires ; ceux-ci, en raison de leur difficulté d'accès et surtout de l'inutilité que présente leur reconnaissance détaillée, tant au point de vue économique qu'au point de vue militaire, sont le plus généralement figurés par leurs contours.

Cette délimitation des aires calcaires constitue, à la condition d'être prudent, un aide précieux pour les études sur le terrain, car souvent, les masses calcaires en affleurement dans une région, appartiennent à une même formation géologique.

Actuellement les cartes au 1 : 100.000e couvrent à peu près 36.000 km² des régions que nous avons parcourues (1), pour le reste : soit 20.000 km², il n'existe que les itinéraires des Capitaines Cupet, de Malglaive et Rivière auxquels il faut ajouter ceux de l'Inspecteur de la Garde Indigène Bonhotal. Ces travaux encore insuffisants, pour couvrir cette grande surface, se font remarquer par le soin et l'exactitude avec lesquels ils ont été effectués. A leur sujet, notre expérience personnelle nous permet de dire, que bien qu'étant les plus anciens, ces documents sont les meilleurs qui aient été établis jusqu'à ce jour. Aussi nous nous permettons d'adresser un hommage de reconnaissance à ces vaillants et honnêtes pionniers de la Science française et, en particulier au Capitaine Rivière qui succomba à la tâche le 21 Mai 1895 à Savannakhet, sur les bords du Mékong.

Toute cette partie de l'Indochine n'est en somme qu'une large bande montagneuse de direction nord-ouest — sud-est, qui s'étend transversalement entre le Mékong et le Song Ca, c'est la partie de la Chaîne annamitique qui prolonge au sud-est le massif du Phou Loi et le Tran Ninh [Dussault. 23].

Au nord, le pays Muong du Nghê An, situé sur la rive gauche du Song Ca appartient à la terminaison sud-orientale du massif du Phou Huat, qui constitue une bande montagneuse parallèle à la précédente.

---

(1) Ces cartes portent les noms de ; Xieng Khouang, Phu Dien, Vinh, Cua Sot, Bansot, Kam Keut, Huong Khe, Ha Tinh, Ban Poung, Pak Hin Boun, Ron, Mahaxay, Ke Bang et Dong Hoi.

L'hydrographie et le relief de ces régions sont des exemples remarquables d'adaptation à la structure géologique.

Les lignes principales de cette structure, dirigées au nord-ouest, sont hercyniennes, mais elles se sont encore accentuées un peu avant la fin du tertiaire. Les autres, qui se traduisent surtout par la disposition en arcs convexes au sud-est, sont d'âge secondaire ; ce sont les mouvements qui leur ont donné naissance qui ont amené l'émersion de presque tout le nord de l'Indochine centrale.

Après les temps mésozoïques ces régions ont fait l'objet de dégradations intenses, mais les traits actuels du relief n'ont pris leur forme définitive qu'à la fin du tertiaire : au miocène ou au pliocène, après les derniers mouvements qui ont disloqué les petits bassins lacustres du Song Ca. Depuis cette époque les différents cycles d'érosion qui se sont succédé n'ont apporté que peu de modifications à l'ensemble du modelé.

D'après l'aspect général du relief nous pouvons distinguer un certain nombre de régions possédant chacune des caractères bien particuliers.

Au sud-ouest et à l'ouest, la plaine du Mékong présente un type de vallée très spécial dont les caractéristiques se suivent fort loin dans les vallées affluentes : Nam Sane, Nam Hin Boun et Sé Bang Fay.

A l'est et au nord-est, cette région donne accès à un pays karstique remarquable, qui s'étend sur la plus grande partie des vallées du Nam Hin Boun et de la Sé Bang Fay.

Cette dernière région est séparée de la Chaîne annamitique proprement dite par la vallée du Nam Ka Dinh, suspendue au-dessus des vallées précédentes et entièrement creusée dans les argiles et les grès secondaires.

La Chaîne annamitique proprement dite, c'est-à-dire, réduite au faîte hydrographique et aux arêtes qui en descendent, présente plus de complexité. L'érosion, en agissant plus intensément sur le versant annamite que sur le versant laotien, y a produit des formes très différentes, modifiées encore du fait de la constitution géologique. Celle-ci, variable suivant les points, peut être : soit entièrement cristalline ou formée de sédiments résistants, mais perméables, comme le sont les calcaires ; soit composée de sédiments argileux ou gréseux d'âge et aussi de structure différents.

Au sud-est, et se rattachant à la Chaîne annamitique, vient, près du littoral, une région plissée en arcs : le pays de Qui Dat, qui s'appuie à l'est contre le petit massif cristallin de Dong Hoi.

A l'est de la Chaîne annamitique et du pays de Qui Dat, on atteint la vallée du Song Ca et plus au sud la région littorale avec ses plaines basses et ses massifs côtiers de constitution géologique variable.

Enfin au nord, entre le littoral et le Song Ca, le pays Muong du Nghê An, se fait remarquer par la disposition en arcs parallèles de ses principaux éléments orographiques et hydrographiques ; ces arcs, qui regardent au sud-est, sont aplatis à leurs fronts. Cette région, en partie calcaire, présente des aspects assez différents.

La description de ces différentes régions fera l'objet des six divisions suivantes, dont la plus importante, celle traitant de la Chaîne annamitique, comprendra plusieurs paragraphes.

A. — La plaine du Mékong.

B. — La région karstique du Nam Hin Boun et de la Sé Bang Fay.

C. — Les vallées du Nam Ka Dinh et du Nam Sane.

D. — La Chaîne annamitique.

E. — La vallée du Song Ca et le pays Muong du Nghê An.

F. — Le littoral et les massifs côtiers.

A. — La Plaine du Mékong.

La plaine du Mékong n'est pas loin de présenter les caractères d'une plaine de niveau de base malgré son éloignement de la mer : près de 1.000 km. Pendant la saison sèche, le fleuve, large de 1 km. à 1 km. 500, y coule entre des berges presque verticales, entièrement formées par un limon jaune, sableux, très fin, qui s'éboule constamment. Sa pente varie un peu dans la région considérée autour de 2 mètres pour 10 kilomètres. Quant à sa pente moyenne, entre Thakhek et la mer, elle n'est à l'étiage que de 0,13 à 0,14 pour 1000.

Au fond du lit du fleuve, généralement sablonneux, des bancs de grès font quelquefois saillie et constituent autant de petits rapides ou *keng* ; leur présence coïncide souvent avec un changement local de la direction du cours d'eau. Dans la partie qui s'étend de l'embouchure du Nam Ka Dinh à Thakhek cette direction est nord-ouest sud-est, elle est donc parallèle à la partie principale de la Chaîne annamitique et au littoral du Ha Tinh. Plus au nord, comme plus au sud, le Mékong recoupe plus ou moins directement cette direction.

La plaine du Mékong est au niveau des plus hautes eaux de ce fleuve ; aussi, à l'exception de quelques points un peu plus élevés, est-elle inondée, pendant un mois et demi à deux mois, chaque année ; la hauteur des eaux au-dessus de la plaine, durant cette période, est très variable : depuis quelques centimètres jusqu'à plusieurs mètres.

Pendant la saison sèche, la plaine du Mékong possède une physionomie très spéciale ; le sol, formé par un limon jaune, sableux et un peu argileux, est parsemé de mares boueuses. Les petites rivières, le plus souvent à sec, n'y sont plus indiquées que par des coupures plus ou moins étroites entaillées verticalement sur quelques mètres de profondeur ; en certains points de leurs lits se trouvent de petites flaques d'eau claire, qui dénotent l'existence d'une nappe alluviale en profondeur.

La plaine du Mékong quelquefois découverte, est, le plus habituellement, occupée par la forêt de bambous, ceux-ci disposés en bouquets, entrelaçant leurs tiges ténues, longues et souvent épineuses, constituent un couvert léger, mais presqu'impénétrable ; les pistes ouvertes par les indigènes au milieu de ces forêts ne leur permettent d'y circuler qu'en se courbant. Quelques forêts clairières, composées de beaux arbres aux fûts énormes et verticaux, hauts de plusieurs dizaines de mètres, apportent de temps à autre, un peu de fraîcheur et de verdure plus sombre. L'arbre le plus commun et le plus beau de ces forêts est le *may nhang* ou arbre à huile, dont la sève est utilisée pour la confection des torches, en usage sur les deux rives du Mékong et dans les régions peu élevées.

La plaine qui borde le Mékong se prolonge, avec les mêmes caractères, assez loin, à l'intérieur des vallées de ses affluents.

Dans la vallée du Nam Sane, elle dépasse Muong Borikane : dans celle du Nam Ka Dinh, coupée près de son embouchure par quelques lignes de collines parallèles à la direction du grand fleuve, elle s'étend jusqu'au pied du Phou Ta La Bat. Plus au sud, on la suit jusqu'à la bordure du Phou Vang Chan et du massif calcaire du Nam Hin Boun.

Au sud-est de Thakhek, elle se morcelle, disparaît pendant un temps, pour laisser la place à des collines basses, puis prend la vallée de la Sé Bang Fay, avec laquelle elle pénètre dans le massif calcaire traversé par cette rivière.

Dans toutes ces régions, sa pente est très faible et les collines de grès qui s'y rencontrent, partout très érodées et complètement pénéplanisées, sont d'anciens lits du fleuve ou de ses affluents. Au sud de Thakhek, il est facile de reconnaître six niveaux emboités qui sont, soit d'anciennes terrasses fluviales, soit de vieilles pénéplaines. Les plus basses de ces collines, qui correspondent à des différences de niveau de 15 à 18 m., 30 et 60 m. sont bien d'anciennes terrasses fluviales, puisqu'on y trouve encore quelques débris de graviers. Quant aux autres, situées à une altitude relative de 100 à 120m., 200 et 260 à 300m., ce sont des témoins d'anciennes pénéplaines dont nous ne connaissons pas les relations avec le fleuve ; c'est la terrasse de trente mètres qui constitue le sommet de la petite chaîne de collines boisées, que traverse la route qui vient de Vinh un peu avant d'arriver à Thakhek.

La plaine du Mékong est le pays des Thai ; ceux-ci appartiennent à un certain nombre de tribus, peu différentes entre elles : Les Thai Nho habitent les deux rives du Mékong au Nord du village de Ban Poung, plus au sud et sur les bords même du fleuve se tiennent les Thai Lao qui assez rarement s'établissent dans l'intérieur des basses vallées de la Sé Bang Fay et de la Sé Noi, surtout habitées par les Phu Thai.

B. — La région karstique du Nam Hin Boun et de la Sé Bang Fay.

C'est toute la région calcaire qui s'étend parallèlement à la plaine du Mékong, entre celle-ci et la bordure du plateau gréseux du Phou Ac, depuis la chaîne du Phou Pha Man au nord-ouest, jusqu'à la résurgence de la Sé Bang Fay au sud-est ; sa largeur varie un peu autour de 35 kil. sur une longueur de près de 200 kilomètres.

Au point de vue hydrographique cette région comprend la vallée du Nam Hin Boun et celle de la Sé Bang Fay à partir de sa résurgence.

C'est essentiellement une région de masses rocheuses aux parois verticales et aux silhouettes étranges avec, près de sa bordure occidentale, une ligne de collines gréseuses qui, en s'avançant vers le nord, pénètre un peu plus au cœur du massif (vallée du Nam Pha Tène).

Cette région est particulièrement intéressante, car elle présente un type de karst arrivé à peu près au terme final de son évolution. Celle-ci n'est cependant pas identique dans les deux bassins des rivières qui irriguent ces régions ; celui du Nam Hin Boun n'est pas aussi dégradé que celui de la Sé Bang Fay.

Nous commencerons par le bassin du Nam Hin Boun. Cette rivière, qui vient du Phou Ac, s'engage, immédiatement à son arrivée dans la plaine, sous une voûte calcaire longue de 4 kilomètres environ qui la conduit dans un couloir étroit, entaillé en direction du nord-ouest, entre deux hautes masses calcaires sur une longueur de 18 kilomètres. Ce canyon a une largeur assez variable : 1 km.500 en moyenne à l'amont et 4 km. à l'aval ; la hauteur de ses parois atteint cinq cents mètres ; à l'aval il s'ouvre dans la plaine de Keng Chiet et de Ban Tha Thay. C'est une vaste cuvette de forme irrégulière, limitée de tous côtés par des escarpements : au nord-ouest par la barre gréseuse qui court du Phou Pha Man au Phou Ac, partout ailleurs par des masses calcaires. Ce cirque n'a qu'une seule sortie, c'est une entaille très étroite percée à l'ouest au milieu d'escarpements verticaux. Cette ouverture de quelques centaines de mètres de largeur, livre passage au Nam Hin Boun ; à la saison des pluies, elle devient insuffisante pour permettre l'écoulement normal des eaux qui, certaines années, s'accumulent en arrière et forment, au-dessus de la plaine de B. Tha Thay, une nappe de 4 mètres de hauteur. A sa sortie de cette cuvette, le Nam Hin Boun s'engage dans un canyon excessivement étroit, qui ne tarde pas à prendre la direction nord-sud pour la suivre jusqu'à la limite du massif, en bordure de la plaine du Mékong. Sur ce trajet de 10 kilomètres, les escarpements, toujours très rapprochés, sont bordés par des masses importantes d'éboulis formés souvent de gros blocs. Il est certain que ce couloir était, il y a peu de temps encore, une galerie souterraine dont le plafond s'est effondré. La plaine de Ban Tha Thay était également un *poljé* qui, par suite de l'établissement d'un régime fluvial normal, a perdu maintenant la plus grande partie de ses caractères. Quant au couloir amont du Nam Hin Boun il n'est, lui aussi, qu'une ancienne voûte effondrée, dont un témoin subsiste encore sur quatre kilomètres.

Les causes de la mort du karst, dans cette région, se trouvent dans la suppression de la circulation souterraine par suite de l'arrivée en surface de la zone humide. Cette condition paraît avoir été satisfaite par la réalisation du profil d'équilibre sur tout le cours du Nam Hin Boun, ce qui a eu comme conséquence de faire remonter la nappe alluviale de la plaine du Mékong jusque dans le cirque de Ban Tha Thay, dont le sol, constitué sur une épaisseur importante, mais non uniforme, par des limons sableux, possède les mêmes caractères.

Ce degré d'évolution du karst ne se retrouve pas dans toute la partie du massif calcaire qui s'étend à l'intérieure de la boucle du Nam Hin Boun et plus au sud, jusqu'auprès de la vallée de la Sé Bang Fay. Dans ces régions, la nappe phréatique existe encore à peu près partout, et ce n'est qu'exceptionnellement que le niveau de base est atteint.

Il semble d'ailleurs que les conditions nécessaires pour amener la sénilité, puis la mort du karst, n'ont des tendances à être réalisées qu'à la périphérie du massif seulement ; dans l'intérieur, se voient encore quelques *poljés*, plus ou moins étroits, sans autres écoulements que les fissures des calcaires de leurs parois ; certains, comme celui de B. Khoa Luong, proviennent de toute évidence de l'élargissement de plusieurs dolines, puis de l'effondrement des murs les séparant.

La vallée du Nam Pha Tène, affluent rive gauche du Nam Hin Boun, présente une disposition très particulière. C'est une ouverture longue de plus de trente kilomètres, percée dans les calcaires. Au milieu se tiennent de petites collines de grès avec

schistes et granite en substratum. A côté du Nam Pha Tène, qui collige la plus grande partie de eaux des ce vaste cirque, se voient de petits bassins fermés, qui n'ont d'autres issues que les fissures des calcaires ; certains, comme celui de Ban Sa Nao, sont de véritables *poljés* en voie de disparition.

La vallée du Nam Pha Tène contient un riche gisement d'étain.

Au sud du Nam Hin Boun, le Nam Done et son affluent le Nam Xieng Lap, que suit sur une certaine partie de son tracé la route de Vinh à Thakhek, coulent preque sans pente sur une plaine bordée de masses ou d'îlots calcaires qu'ils franchissent parfois en tunnel ; ces rochers, qui s'éboulent encore assez souvent, montrent bien, par l'instabilité de leurs formes, que les couloirs qu'ils constituent sont d'anciennes galeries souterraines dont les voûtes se sont effondrées.

Le Nam Done et la route de Vinh à Thakhek, au sud de Nhommalat, séparent la région calcaire de la Sé Bang Fay de la masse relativement peu découpée du karst du Nam Hin Boun.

La vallée de la Sé Bang Fay est réduite à une plaine alluviale qui n'est que la continuation de celle du Mékong. De nombreux massifs calcaires de toutes dimensions, y témoignent de la mort d'un karst important, dont il ne reste plus aujourd'hui que des témoins. Dans toute cette région longue de plus de 80 kilomètres, l'écoulement souterrain a généralement disparu, les cavernes importantes sont effondrées et envahies par une épaisseur importante de limons. Pendant la saison sèche la nappe alluviale, qui prolonge celle du Mékong, se tient à une profondeur assez grande sous le niveau de la plaine ; elle affleure en quelques points au fond des lits des cours d'eau, et dans les parties les plus basses des cavernes.

La pente moyenne de la Sé Bang Fay, depuis sa résurgence jusqu'à Mahaxay, est inférieure à 0, 4 pour 1.000 ; souvent elle ne dépasse pas 0,2 pour 1.000.

La mort du karst dans cette région paraît remonter à une époque assez lointaine, puisqu'au nord de Ban Hay se voit une terrasse avec graviers anciens à 60 m. environ au-dessus de la plaine.

La partie supérieure des massifs calcaires du Nam Hin Boun et de la Sé Bang Fay correspond probablement à une ancienne pénéplaine située entre 600 et 700 m. au-dessus de la plaine du Mékong.

Les plaines du Nam Hin Boun et de la Sé Bang Fay sont couvertes de la même végétation que la plaine du Mékong. Quant aux massifs calcaires, ils sont souvent dénudés ; la plante la plus commune que nous y avons rencontrée est une sorte de houx.

La population de ces régions est composée de Thai et de Kha. Les Thai Lao occupent de rares villages dans les parties les plus basses de la Sé Bang Fay ; dans la vallée du Nam Hin Boun se trouvent des Thai Nho ; celle du Nam Pha Tène est occupée par des Thai Bo ; quelques parties centrales du massif et de nombreux villages de la Sé Bang Fay sont peuplés de Kha. Le reste de la population indigène, surtout constitué par l'élément Phu Thai, est réparti un peu partout, mais de préférence sur la Sé Bang Fay. Enfin des Annamites Nguon, venus du Quang Binh pour la plupart, ont édifié quelques villages qui se tiennent surtout à la bordure nord des calcaires de la Sé Bang Fay.

C. — Les vallées du Nam Ka Dinh et du Nam Sane.

Sous cette dénomination nous comprenons la large bande de collines et de plateaux gréseux et argileux qui s'étend depuis le col de Meu Gia au sud-est, jusqu'au Nam Sane au nord-ouest, entre la région calcaire étudiée ci-dessus et la Chaîne annamitique.

Les aspects du relief de ce pays, en relation étroite avec la structure géologique, se modifient profondément avec celle-ci.

A l'est de la route de Vinh à Thakhek, la vallée du Nam Ka Dinh, dite encore du Nam Theun, qui correspond à un large synclinal légèrement bosselé dans son axe, constitue l'un des plus beaux exemples de *cuvette synclinale en saillie* qui soient connus. Le centre de la cuvette est occupé par une plaine alluviale à très faible pente, au milieu de laquelle serpentent les larges rubans bleutés du Nam Theun et de son affluent de gauche, le Nam Onn. D'autres rivières, telles que le Nam Noi, le cours supérieur du Nam Theun, l'Houei Se Ou, le Nam Sot et le Nam Kata, pour ne citer que les plus importantes, descendues pour la plupart du nord, de la Chaîne annamitique, viennent grossir, après un parcours au fond d'une gorge souvent étroite, le cours d'eau principal ; leur arrivée dans la plaine a lieu, généralement, après la traversée d'une ride de poudingues qui interrompt la circulation des pirogues à son passage. Les lits de ces rivières sont séparés par des chaînes de collines arrondies qui, progressivement, s'élèvent jusqu'au bord de la cuvette, ceinturée au nord, à l'est et au sud, par de hauts escarpements gréseux dominant les régions limitrophes.

L'aspect de ces murailles rappelle par plus d'un côté celui des à pics qui limitent le massif de la Grande Chartreuse, au-dessus de la vallée du Graisivaudan.

Au sud et à l'est, cette ligne d'escarpements dessine une belle *côte*, à peine découpée par l'érosion, qui a reçu ici le nom de Phou Ac. Son altitude qui oscille autour de 1.200 m., au-dessus du col de Meu Gia, s'abaisse progressivement à l'ouest jusqu'au-dessous de 700 m. ; au delà de la trouée suivie par la route Vinh-Thakhek un nouveau relèvement la porte à plus de 1.000 mètres (1.021 m.) au-dessus des sources du Nam Hin Boun.

Fig. I. — Le Phou Ong Kai (à droite) et le Co Ca Reng (à gauche) d'après un croquis de l'auteur pris sur les pentes à l'est de Ban King.

Premiers plans. — Collines de granites et de schistes cristallins en avant de la dépression subséquente du Nam Pheo. — Au fond, escarpements d'argiles et de grès mésozoïques de la bordure nord de la *cuvette en saillie* du Nam Ka Dinh.

A partir du col de Meu Gia et sur toute la bordure nord de la cuvette du Nam Ka Dinh, la muraille de grès est beaucoup plus découpée (fig. 1) en même temps qu'elle présente des parties notablement plus élevées. Ce découpage qui est l'œuvre de l'érosion conséquente est peu important encore à l'est du Nam Noi, dans le massif du Phou Ko au Co Ca Reng: plus à l'ouest, par contre, les vallées du Nam Noi, du Nam Theun, du Nam Sot, du Nam Kata, etc . . ont réduit la bordure nord de la cuvette, à une série de dents et de bastions aux parois plus ou moins abruptes. L'un de ces témoins, le Phou Sout dresse ses escarpements au-dessus de la route de Vinh à Thakhek, sur la rive gauche du Nam Kata, près de la Sala Keng Den.

Un autre résultat de l'érosion conséquente des principaux affluents du Nam Ka Dinh, est la disparition a peu près complète de la vallée subséquente qui jalonnait antérieurement le pied des escarpements gréseux, entre le Phou Sout et le Co Ca Reng. Cette vallée, conservée sur une faible distance dans le Nam Pheo, affluent rive gauche du Nam Noi, n'est plus indiquée, à l'ouest, entre cette rivière et la plaine du Cammon, que par une dépression occupée par quelques villages.

Passé le Phou Sout et le Phou Ac, vers le nord-ouest, c'est-à-dire vers l'aval, l'aspect de la vallée du Nam Ka Dinh change ; la grande plaine alluviale qui en marquait l'axe s'interrompt brusquement après un élargissement, en même temps que le morcellement de la cuvette s'accentue encore. Nous verrons plus tard, en faisant l'étude structurale, que ce morcellement est dû à la formation de plis au sein du synclinal principal.

Désormais la vallée du Nam Ka Dinh, resserrée entre les masses calcaires du Cammon et du Nam Hin Boun, ne montre plus que des crêtes étroites et allongées dans lesquelles l'allure tabulaire tend de plus en plus à disparaître : quelques cuvettes en saillie, généralement de faibles dimensions, se voient encore. La plus intéressante est celle du Phou Hay déjà segmentée par l'érosion conséquente, qui en a isolé la partie amont. Celle-ci mise à part, les eaux de cette cuvette se réunissent pour former le Nam Hay affluent du Nam Hin Boun qui, avec ce dernier, irrigue la plaine de Ban Ta Thay dont nous avons parlé précédemment.

Plus en aval, après les confluents du Nam Nhuong et du Nam Muon, rivières venues de la Chaîne annamitique, l'aspect général est celui de collines argileuses très découpées et boisées, couronnées d'étroites tables de grès, qui peu à peu finissent par disparaître. L'une des plus septentrionales, celle qui couronne le Phou Ta La Bat, se tient sur la rive droite du Nam Ka Dinh, à peu de distance de la plaine du Mékong

Plus au nord-ouest, les collines d'entre Nam Ka Dinh et Nam Sane, généralement très basses, presque toujours très arrondies ne présentent pas, semble-t-il, de sommets un peu élevés. Par suite de leur direction nord-ouest sud-est, elles sont recoupées par le Nam Sane, descendu du nord de la Chaîne annamitique qui, pour s'y frayer un passage, décrit quelques sinuosités.

Les grands cours d'eau de ces régions : le Nam Ka Dinh et le Nam Sane se présentent de façon très différente.

La partie supérieure du Nam Ka Dinh, coupée de nombreuses barrières de poudingues triasiques, n'est navigable que sur de très petites distances en aval du Keng Ku, rapide infranchissable situé à l'extrémité occidentale de la plaine d'alluvions du Nam Theun. Dans toute cette partie de son cours le profil

d'équilibre est loin d'être atteint, contrairement à ce que l'on observe dans les autres rivières.

En amont du Keng Ku, la plaine alluviale de la cuvette du Nam Theun joue le rôle de niveau de base ; aussi cette plaine est-elle inondée à la saison des pluies et toutes ses rivières sont navigables. La maturité de cette partie du bassin du Nam Theun, qui paraît remonter très loin au sud, se continuerait encore vers le nord, si les lits des rivières descendues de la Chaîne annamitique n'étaient pas obstrués, avant leur arrivée dans la plaine, par une barre épaisse de poudingues, dont la résistance à l'érosion se fait encore puissamment sentir. Il est en effet facile de constater qu'en amont de cet obstacle les cours d'eau présentent de nouveau un profil assez régulier et souvent très adouci, ce qui permet, dans de nombreux cas, la circulation des pirogues jusqu'à une courte distance du faîte hydrographique.

Le Nam Sane, se présente très différemment, depuis sa sortie de la Chaîne annamitique. c'est-à-dire depuis Tha Thom. Sa pente déjà faible aux abords du massif du Phou Sao, en amont de Ban Pak Mang, n'est pas en moyenne supérieure à 0, 5 pour 1000 entre ce village et la plaine du Mékong ; sur toute cette partie de son cours, son lit assez régulier, coupé seulement par quelques barres rocheuses discontinues, est bordé de plaines d'alluvions. C'est pourquoi, malgré une hauteur d'eau assez faible pendant la saison sèche, en amont de Muong Borikane, le Nam Sane est-il navigable en pirogue jusqu'auprès de Tha Thom. Parmi ses principaux affluents rive gauche, le Nam Niam et le Nam Mang sont des rivières issues de la Chaîne annamitique, quant au Nam Lat c'est une petite rivière qui court parallèlement et au pied de cette Chaîne, en direction de l'ouest nord-ouest, sur une plaine d'alluvions assez large et presque sans pente.

Dans l'ensemble, les vallées du Nam Ka Dinh et du Nam Sane présentent des formes souvent séniles qui témoignent d'anciennes pénéplaines ainsi que de l'existence d'un modelé actuel presqu'achevé, ou ne se modifiant que très lentement aujourd'hui. Dans les crêtes les plus élevées de leurs bassins on pourrait voir les restes d'un ancien niveau à 1000 ou 1200 m. au-dessus du Mékong.

Presque partout une végétation assez abondante revêt leurs collines. Le type de forêt qui les couvre le plus habituellement, est la forêt clairière, avec le pin comme élément dominant. Dans les lieux les plus humides, et aux abords des rivières, les bouquets de bambous épineux constituent souvent les seuls représentant de la flore forestière.

Ce pays, privé d'eau pendant la saison sèche, en dehors des abords immédiats de ses rivières, habité par de nombreux fauves, est très peu peuplé. Dans sa partie sud-orientale, nous n'y connaissons que quelques villages de Kha So et de Thai Bo ; plus au nord, la vallée du Nam Sane est occupée par des Thai Pouon et les abords du Phou Ta La Bat et du Nam Muon par des Phu Thuong.

D. — La Chaîne annamitique.

Ce complexe montagneux, qui contient la ligne de partage des eaux des bassins du Mékong et du Golfe du Tonkin, traverse, sur près du 400 kilomètres de longueur, du nord-ouest au sud-est, la partie de l'Indochine qui fait l'objet de ce travail.

Sur toute cette étendue, la Chaîne annamitique, considérée dans ses grands traits, ne possède qu'un seul caractère commun à ses différentes parties : la dissymétrie des versants. Abrupte sur l'Annam, elle s'abaisse beaucoup plus doucement du côté laotien. Une première conséquence de cette disposition est l'existence de types de modelés très différents pour des régions à structure et à constitution géologique semblables ; d'un côté, au Laos, les vieilles pénéplaines, partout très nettes, sont souvent à peine découpées par l'érosion actuelle ; tandis qu'en Annam, elle ne sont plus conservées que par quelques lignes de crêtes souvent effilées qui se dégradent constamment. Une autre conséquence de la dissymétrie des versants est le recul vers l'ouest de la ligne de partage des eaux par éboulements et aussi par captures.

Voici pour l'ensemble ; dans le détail les aspects varient infiniment suivant la constitution géologique, l'orientation des éléments du relief et leur position sur l'un ou l'autre versant de la Chaîne.

Les parties cristallines de la Chaîne constituent sa véritable ossature ; par la dureté de leurs roches, elles ont tempéré l'activité de l'érosion et ont contribué, pour une grande part à donner à la ligne de partage des eaux sa forme si caractéristique, que met bien en relief la carte physique au millionième ci-jointe (carte N° 2). Ce sont elles qui contiennent les directions nord-ouest sud-est de la crête soit qu'elles se tiennent en saillie vers le nord-est, comme dans les massifs du Phou Lai Leng et de Napé, ou bien qu'elles se trouvent en retrait, dans le même sens, comme dans le massif du Phou Sao.

Les roches tendres qui séparent les massifs précités et les calcaires qui couvrent de grandes surfaces, au sud-est entre le massif de Napé et le cristallin de Lao Bao. contiennent les lignes de raccord de la crête. Ces lignes, toujours plus ou moins obliques sur la direction principale, témoignent par leur position, de leur mobilité relativement grande. Il est aisé de se rendre compte, par exemple, que la ligne de partage des eaux qui réunit le Phou Lep à la pointe de 2700 m. du massif de Phou Lai Leng a, par son recul rapide vers le sud-ouest, isolé le sommet principal de ce massif (2.712 m.) qui maintenant se tient au nord du point d'attache des arêtes principales.

La direction nord-ouest sud-est des massifs cristallins est aussi celles des directions structurales ; c'est elle qui domine dans les parties de la Chaîne situées au nord-ouest de Meu Gia. Plus au sud les directions orographiques recoupent les directions structurales suivant des angles divers et donnent lieu à une topographie un peu compliquée.

En tenant compte de l'allure de la crête principale et des aspects divers créés par la constitution et la structure géologique, la Chaîne annamitique peut être divisée en un certain nombre d'éléments d'importance très variable, que nous avons groupés dans les quatre massifs dénommés ci-après.

Massif du Phou Sao (Phou Sao, Phou Sam Sun).

Massif du Phou Lai Leng (Phou Lai Leng, Phou Lon, petit massif de Khé Chay, Cao Véou).

Massif de Napé.

Massifs des Kha (crêtes calcaires et gréseuses au sud-est de Meu Gia).

Entre ces éléments orographiques se placent des cirques occupés par des vallées, ainsi que des pays et des massifs plus ou moins isolés dont les relations avec la

Chaîne sont évidentes. C'est ainsi que la vallée supérieure du Nam Mo se tient au nord-ouest, entre le Phou Sao et le Phou Lai Leng ; que celles du Nam Muon et du Nam Nhuong occupent le vaste cirque compris entre le massif du Phou Lai Leng et celui de Napé : enfin que le pays de Qui Dat et le massif de Dong Hoi constituent des régions distinctes sur le versant nord-oriental des massifs des Kha.

Le massif du Phou Sao.

Il comprend la partie de la Chaîne annamitique la plus septentrionale que nous ayons étudiée. C'est un gros massif cristallin limité, au nord, par le col de Xieng Khouang (1224 m.) faisant communiquer la vallée du Nam Khien avec le Tran Ninh ; et au sud par le col du Moc (1000 m. environ) qui permet de se rendre de Muong Moc au Laos dans la vallée du Nam Mo. Ses sommets principaux : le Phou Sam Sun (2621 m.) et le Phou Sao (2590 m.) dominent un plateau mamelonné et très boisé, dont l'altitude moyenne est inférieure à 1800 m. Des vallées plates et souvent marécageuses témoignent, par la faible inclinaison des lits de leurs cours d'eau, ainsi que par le modelé toujours très achevé des pentes de leurs versants, de l'existence d'une ancienne pénéplaine que l'érosion actuelle n'a pas encore atteinte. L'une des rivières de cette région le Nam Lin Suong, affluent du Nam Nghiep. qui passe à Xieng Khouang, conserve des caractères de maturité sur tout son trajet. Il n'en est pas de même pour les autres rivières telle que le Nam Sane de Ban Then Poun et le Nam Sane de Muong Ngam, qui vers l'aval, après un parcours de quelques kilomètres en plaine, s'engagent dans des gorges étroites entre lesquelles elles descendent rapidement de plusieurs centaines de mètres pour gagner, le premier la vallée du Nam Mo, le second la plaine alluviale de Tha Thom.

Au sud du massif la plaine de prairies de Muong Moc, irriguée par le Nam Hong et son affluent le Nam Moc, présente également des caractères de maturité en relation avec une ancienne pénéplaine, reprise elle aussi un peu plus en aval, par l'érosion actuelle.

Nous connaissons mal le Nam Mang, affluent de gauche du Nam Sane, dont nous n'avons exploré que les parties moyennes à caractères torrentiels.

Le massif du Phou Sao est une dépendance du Tran Ninh, plateau bien connu pour l'excellence de son climat et pour sa végétation particulière, composée en grande partie par des éléments de la zone tempérée.

Les vallées de cette région sont occupées par des Thai Pouon, les pentes par des Kha, et les plateaux élevés par des Meo.

Le massif du Phou Lai Leng.

Ce massif étale à l'est du col du Moc, l'enchevêtrement de ses crêtes, de chaque côté de la ligne de partage des eaux, qui domine de ses dentelures, au nord et à l'est, les étoilements des sources du Nam Muon et du Nam Nhuong. Une dépression très basse, le col de Dong Trai Mit (660 m.) sépare ce massif de celui de Napé et fait

communiquer la vallée du Nam Chat (Laos) avec la région de Vu Liet sur le Song Ca (Annam). Le trait principal de cette partie de la crête frontière est de ne contenir aucun des sommets importants du massif, qui sont tous situés sur des crêtes divergentes.

A peu de distance à l'est du col du Moc se détache, vers le sud, un chaînon très net qui vient culminer avec le sommet granitique du Phou Lep (1.762m.). Cette montagne se termine au sud-est contre une sorte de bastion calcaire, dans la boucle formée par le confluent du Nam Hong et du Nam Muon. En se plaçant au point de vue géologique, le Phou Lep est une dépendance du massif du Phou Sao.

La partie de la crête qui s'étend entre l'arête du Phou Lep et le sommet 2.700 m. du Phou Lai Leng est assez mal connue. Le Nam Sang, partie supérieure du Nam Muon, y coule à son pied au milieu d'une vallée assez étroite et très boisée, qui s'élargit brusquement près du coufluent du Nam Hong (du Phou Lai Leng). C'est dans cet épanouissement de la vallée, que se tenait jadis le village de Muong Sang, dominé au nord par les sommets boisés de la crête frontière dont le plus élevé est le pic 2700 m.

Au nord-ouest de ce sommet se détache la masse importante du Phou Lai Leng que nous n'avons pu observer convenablement. Son versant occidental qui se voit de la vallée du Nam Mo forme des croupes mamelonnées qui descendent en pente douce jusqu'à la ligne de rochers calcaires dans laquelle le Nam Mo a creusé son lit.

La partie supérieure de la vallée de ce cours d'eau est à la fois une vallée de fracture et une vallée synclinale. Son profil, si l'on ne tient pas compte des calcaires qui en garnissent le fond, est nettement dissymétrique : versant très incliné à l'ouest contre le Phou Sao, versant en pente douce à l'est contre le Phou Lai Leng. L'érosion conséquente qui agit plus fortement à l'est qu'à l'ouest, tend à déplacer la vallée dans ce sens et à la reporter entre les calcaires et les grès, à la limite desquels l'érosion subséquente travaille rapidement. La partie moyenne de la vallée du Nam Mo, dirigée à angle droit sur la partie amont, est une gorge étroite, taillée perpendiculairement aux directions structurales dans les roches les plus variées. Le Nam Mo, bien que coupé de rapides très dangeureux et très nombreux, est navigable sur presque tout son parcours ; seuls deux ou trois passages situés aux abords de B. Mo et entre Ban Den Muong et B. Hang, ne peuvent être franchis.

La vallée inférieure du Nam Mo et celle de son affluent de gauche le Nam Khien, présentent un profil en V très net. Bien que navigables, leurs cours d'eau ont encore en de nombreux points, des caractères torrentiels et sur leurs rives les taches claires que laissent les éboulements récemment tombés se voient fréquemment.

Revenons au Phou Lai Leng ; son versant nord-oriental, creusé de vallées courtes et très profondes, est assez découpé ; cependant, d'après ce que nous avons pu en voir, il semble que l'érosion soit, encore actuellement, beaucoup plus active dans les parties inférieures des versants, qu'aux abords des crêtes qui sont assez arrondies.

Reprenons la crête principale pour la suivre vers le sud-est. Un peu après le sommet 2700 m., une dépression assez profonde, le col de Pak Vai (1300 m. environ)

sépare le chaînon du Phou Lai Leng du reste du massif. Ce col fait communiquer la vallée laotienne du Nam Sang avec celle du Nam Kien affluent du Nam Mo.

La vallée du Nam Kien, creusée dans des grès lustrés puis dans des granites, d'abord étroite et très encaissée, s'élargit un peu au droit du village de Ban Ko Hoi, situé sur son principal tributaire de gauche, le Nam Tou, descendu des pentes nord du Phou Lai Leng.

A l'est du col de Pak Vai, la ligne de partage des eaux court sur une crête moyennement élevée ; au nord s'en détache une arête massive, mais très découpée à son pourtour, qui sépare les vallées du Nam Kien et du Nam Cha Lap, affluent du Song Ca. Le Nam Cha Lap, est encore un torrent violent ; sa vallée n'est qu'une entaille creusée entre l'arête précédente et celle du Phou Lon sud (1561 m.), sommet situé un peu au nord-est du point 1550 m. de la crête principale.

Dans cette partie de la crête frontière un col impraticable sépare les têtes des vallées du Nam Tiouen et du Nam San (ou rivière de Khe Bo), qui sont cependant reliées entre elles par un sentier franchissant, par un nœud d'arêtes à 1.600 m. d'altitude, la ligne de partage des eaux.

Au delà de ce point jusqu'au Cao Véou la crête principale nous est inconnue ; sur son versant nord, des torrents nombreux ont sculpté la paroi du massif de Khe Chay et l'ont réduite à l'état d'arêtes plus ou moins effilées. C'est de cette montagne que se détache en direction est sud-est, en aval de Khe Chay, le massif de marbres et de calcaires de Con Cuong, que la vallée supérieure du Song Giang sépare du sommet cristallin du Cao Véou (1.340 m.). Ce pic, assez aigu, dresse sa masse bien dégagée par les profondes coupures du Nam Kang, du Song Giang et du Nam Nha Na, à quelques kilomètres au nord du faîte hydrographique. Les vallées qui le limitent au nord-ouest et au sud-est, le Nam-Kang et le Nam Nha Na, sont parcourues par des sentiers qui franchissent la frontière à peu de distance l'un de l'autre, au dessus des sources du Nam Cham, sous-affluent du Nam Nhuong. De ces deux derniers passages, le plus oriental est le plus praticable et le moins élevé, il utilise un col à 1.050 m. d'altitude.

Ce dernier col dépassé vers l'est, le nœud d'attache de l'arête du Nui Vu Tru (987 m.) marque un changement de direction de la crête frontière qui progressivement s'infléchit vers le sud, au passage d'une large zone de schistes que percent, par endroits, quelques lames de roches plus dures.

A ces schistes correspond une dépression importante de la crête:le col de Dong Trai Mit (660 m.) déjà mentionné, situé entre le massif du Phou Lai Leng et celui de Napé.

Depuis la région du Cao Véou et plus à l'est, la crête frontière s'éloigne du Song Ca et son versant oriental prend un modelé moins vigoureux dans ses parties inférieures. Le régime torrentiel de ses cours d'eau s'arrête maintenant à une certaine distance du fleuve. Le Song Giang est navigable depuis le confluent du Nam Kang, et sa partie inférieure, déjà large, permet l'accès aux sampans d'assez fort tonnage. Les autres rivières, beaucoup moins importantes que cette dernière, issues des flancs du Nui Vu Tru, tels que le Song Trau, ou du col de Dong Trai Mit, comme la rivière de Vu Liêt, peuvent être utilisées dans leur partie inférieure pour le transport des bois de lim, dont les lourds plateaux sont attachés au milieu de légers radeaux de bambous qui en permettent le flottage.

Tout le massif du Phou Lai Leng, est revêtu d'un manteau végétal luxuriant, constamment vert sous un ciel généralement bas.

L'humidité, entretenue par des chutes de pluie, qui se produisent à tous les moments de l'année, ajoutée à une température assez élevée, y a développé cette forêt luxuriante de grand arbres enchevêtrés de lianes, au milieu desquels les fougères arborescentes, les bananiers sauvages et les lataniers aux feuilles en parasols, apportent leur note agréable.

Cette forêt se développe sur ses propres débris, qui constituent sur le sol un tapis épais sur lequel fourmillent de petites sangsues filiformes, bien connues de tous ceux qui ont parcouru ces régions, pour les désagréments qu'elles causent en s'insinuant à travers les plus petites ouvertures des vêtements.

En dehors des parties inférieures des vallées, ces montagnes sont inhospitalières, non seulement aux hommes, mais encore semble-t-il aux oiseaux et aux mammifères, si nombreux ailleurs.

Les parties inférieures des vallées du massif du Phou Lai Leng sont habités surtout par des Phu Thuong. Les Kha assez rares dans ce massif se tiennent au fond de quelques vallées, où ils vivent misérablement des produits de la forêt.

Le massif de Napé.

Il comprend toute la partie de la Chaîne annamitique située entre le col de Dong Trai Mit au nord-ouest et le col de Meu Gia au sud-est.

Beaucoup plus homogène que le précédent, il est en majeure partie constitué par des terrains cristallins. A l'ouest, au nord et au nord-est, des roches moins résistantes (schistes et grès) forment certaines partie déprimées de la crête principale ou participent à la constitution de ses contreforts.

Au sud du col de Dong Trai Mit se détache une crête qui tourne au nord-est pour rejoindre le Ngan Eo, dernier contrefort important de la Chaîne annamitique, dont les eaux se jettent dans le Song Ca. C'est une longue croupe boisée, dont les sommets les plus élevés n'atteignent pas 700 m. ; elle va se terminer au-dessus du Ngan Pho à quelques kilomètres à l'ouest de son confluent avec le Ngan Sau.

Au sud du point d'attache de l'arête du Ngan Eo la crête principale laisse à l'est la cime du Nui Ba Mu (1367 m.) et prend la direction sud-est pour atteindre le col de Keo Neua.

Le Nui Ba Mu intensément découpé, isolé par des vallées profondes au nord, à l'est et au sud, éparpille ses étoilements d'arêtes aiguës et schisteuses, de chaque côté de deux contreforts principaux qui divergent vers l'est à partir du sommet.

Entre le col de Dong Trai Mit et le col de Keo Neua se dressent, sur le versant laotien, deux sommets d'altitudes sensiblement égales le Phou Nam Nguan (1650m.) et le Phou Chom Voi, qui dominent de leurs escarpements la crête principale, entre le Nam Chat au nord et le Nam Phao au sud. La profonde coupure qui les sépare est occupée par le Nam Pan, affluent de droite du Nam Chat.

Le col de Keo Neua est une dépression située à 754 m. d'altitude qui fait communiquer les vallées du Ngan Pho et du Nam Phao. Il est franchi par la route provinciale de Vinh à Thakhek qui, à l'heure actuelle, constitue l'une des deux voies de communication,

praticables aux automobiles, entre l'Annam et le Laos. (La seconde est la route Dong Ha-Savannaket).

Au sud-est de Keo Neua la partie principale du massif de Napé prolonge sa crête cristalline et assez peu découpée, jusqu'au col de Dong Tim (740 m.) qui met en relation la vallée du Ngan Sau avec celle du Nam Noi.

Sur ce trajet le tracé de la ligne de partage des eaux est peu sinueux ; dans sa partie médiane, le cirque d'érosion des sources les plus importantes du Ngan Truoi, la fait pénétrer un peu plus profondément vers le sud. Les parois de ce cirque contiennent le Rao Co (2.286 m.) qui est le sommet le plus élevé de la région.

Deux passages franchissent ce tronçon de la Chaîne, le plus septentrional, situé au nord-ouest du Rao Co, passe à 1.100 m. par un col qui relie les vallées du Ngan Truoi et du Nam Kata. Le second, qui se tient au sud-est du Rao Co, fait communiquer la région de Trung Thanh, dans la plaine de Huong Khe, avec la vallée du Nam Theun par le col de Dinh Tuat qui passe à 1.150 m. environ.

Aucune crête bien importante ne se voit sur le versant annamitique, très court et très découpé. Les torrents qui se déversent de ce côté, l'ont réduit à un fouillis d'arêtes tranchantes, sans directions bien définies. Ces torrents donnent naissance à quelques rivières dont les plus importantes sont : le Ngan Pho, bien navigable à partir de Kim Cuong, le Ngan Truoi qu'on remonte en sampan, avec quelques difficultés, jusqu'à Vu Quang et le Ngan Sau dont nous reparlerons.

Le versant laotien qui atteint parfois une largeur trois fois plus grande que le versant annamitique, possède des pentes moins fortes et des arêtes moins profondément sculptées. Des témoins d'anciennes pénéplaines s'y observent fréquemment au-dessus des entailles des vallées. Les torrents issus de ce versant de la Chaîne donnent naissance à quelques affluents du Nam Ka Dinh dont nous avons eu l'occasion de parler : le Nam Phao, le Nam Kata, le Nam Sot, le Nam Theun et le Nam Noi, pour ne citer que les plus importants.

Du col de Dong Tim au col de Meu Gia (418 m.) la dorsale annamitique s'infléchit brusquement et prend la direction sud sud-est. Sur ce trajet elle comprend deux courts tronçons très différents, séparés par le col de Ban King dont l'altitude est à peu près 900 m.

Le premier de ces tronçons est bien encore une dépendance du massif de Napé, mais avec lui se termine la partie cristalline de la Chaîne. Plus au sud la ligne de partage des eaux suit la bordure orientale de la cuvette synclinale en saillie du Nam Ka Dinh précédemment décrite.

Le col de Ban King, qui sépare ces deux petits tronçons, fait communiquer la vallée du Rao Cay avec celle du Nam Pheo, affluent du Nam Noi ; cette vallée est, comme nous l'avons déjà dit, une vallée subséquente creusée au contact du cristallin et de la bordure nord de grès et d'argile, de la cuvette du Nam Ka Dinh.

Le tronçon terminal du massif de Napé émet au nord une longue croupe gréseuse qui se prolonge jusqu'au col de Khé Net, entre les bassins du Ngan Sau, affluent du Song Ca, et du Rao Cay, rivière côtière du Quang Binh.

Le bassin du Ngan Sau est à son origine, une sorte de cuvette dissymétrique limitée, à l'ouest et au sud, par des crêtes issues de la Chaîne annamitique et que ferme au nord-est la petite chaîne de collines gréseuses du Dong Tho.

C'est au fond de cette cuvette et très près du Dong Tho, dans l'étroite plaine de rizières de Chuc A, que les eaux descendues des parois de ce petit bassin viennent se réunir pour former le Ngan Sau qui, dans cette partie de son cours, se dirige vers le sud-est.

Le col de Meu Gia est l'une des plus importantes coupures de toute la Chaîne annamitique ; par sa faible altitude : 418 m., et en raison de sa position sur le plus court trajet qui sépare la mer du Mékong, il doit être utilisé prochainement, par la première voie ferrée projetée entre l'Annam et le Laos. Déjà une piste automobilable presqu'achevée, remplace le très mauvais sentier qu'utilisaient surtout, il y a peu de temps encore, les Annamites allant commercer au Laos.

Le massif de Napé, comme celui du Phou Lai Leng, est entièrement couvert de forêts.

Les massifs des Kha et le pays de Qui Dat.

Les massifs des Kha. — La partie de la Chaîne annamitique située au sud-est du col de Meu Gia ne présente aucun point de ressemblance avec le massif de Napé. Au cristallin succède d'abord un plateau karstique très étendu, le massif de Ké Bang, qui s'émiette, de façon différente au sud et au nord, dans les régions faillées du haut Nam Tse et du Quang Binh sud-occidental, et sur les collines et les arcs plissés du pays de Qui Dat.

Le massif de Ké Bang est presqu'inconnu ; son exploration n'ayant pu être faite que dans les parties les plus largement creusées par l'érosion. Au sud-est du col de Meu Gia, il contient la ligne de partage des eaux sur une longueur d'environ 50 kilomètres. Sur ce long trajet on ne saurait parler de faîte hydrographique, la limite des bassins du Mékong et de la mer de Chine est indéterminée.

Les parties les plus élevées du plateau calcaire se tiennent à l'est et au sud-est du col de Meu Gia ; en certains points, on les voit dominer de leurs abrupts dénudés, des pentes boisées de constitution géologique différente.

Quant aux parties les plus basses, elles se trouvent à peu de distance du littoral du Quang Binh, entre le pays de Qui Dat et le petit massif cristallin de Dong Hoi, où elles sont marquées par d'importantes résurgences du Rao Troc, affluent du Rao Nay. L'une d'elle, la rivière souterraine de Phong Nha, peut se remonter en pirogue sur une longue distance.

Le Nam Tse coule parallèlement à la bordure sud-occidentale du massif de Ké Bang. Tout son bassin présente les mêmes caractères. Ce sont des alignements de collines gréseuses, séparées par des vallées assez larges, au milieu desquelles surgissent quelquefois, des lignes de rochers calcaires. Cet ensemble parallèle suit la direction nord-ouest sud-est, qui, comme nous le verrons plus tard, a été imposée par un système de failles parallèles, possèdant cette direction. Bien que située très près du faîte hydrographique, cette région possède des cours d'eau tranquilles qui coulent presque toujours au milieu de petites plaines d'alluvions plus ou moins continues.

En aval de Ban Sa Lou le Nam Tse traverse, au fond d'un étroit couloir, les calcaires du Co San Kinh avant de pénétrer en tunnel sous ceux du Phou Pha Dang d'où, après un parcours souterrain de 8 kil., il ressort sous le nom de Sé Bang Fay.

La vallée du Nam Tse communique avec les vallées du Quang Binh par trois cols qui sont de faibles dépressions de la crête frontière ; celle-ci n'est jamais très découpée, ni très élevée, en dehors du Co Ta Roun (1624m.) limité au sud et à l'est par des escarpements qui dominent à la fois, un petit cirque du versant laotien et certaines sources du Song Dai Giang.

Le col le plus occidental s'ouvre à 700 m. d'altitude, entre le massif de Ké Bang et le Co Ta Roun ; la piste qui l'utilise permet de se rendre de la plaine calcaire de Ban San Kao dans le pays de Co Roong.

Le second col, ou col de Co Trang, est situé à 800 m. environ d'altitude au pied sud du Co Ta Roun ; bien qu'il fasse communiquer la vallée du haut Nam Tse avec celle du Song Dai Giang, il est surtout utilisé pour rejoindre l'itinéraire précédent par un parcours qui suit de près la crête frontière.

Au sud, une petite barre calcaire reliant le massif du Ké Bang à celui de Khe-Tong, situé entièrement sur le versant du Quang Binh, sépare la dépression précédente du col de Co Regor (660 m.), le plus bas de la région.

Les massifs qui jouent les rôles les plus importants dans la partie annamite de la Chaîne frontière sont le Co Ta Roun et le massif de Khe Tong. Le premier, essentiellement gréseux, sépare le bassin fermé du pays de Co Roong de celui du Song Dai Giang. Bien que l'érosion, qui est en pleine activité dans ce massif, semble l'avoir façonné un peu au hasard, il est cependant possible de reconnaître, dans un bon nombre de ses éléments, la direction nord-est sud-ouest qui est aussi la direction structurale. La plus grande partie des eaux du bassin de Co Roong et de celui du Do Terrien, affluent du Song Dai Giang, proviennent de ce massif.

Le massif de Khe Tong, entièrement calcaire, joue un rôle très différent. Sa partie nord, déprimée, ne disperse pas les eaux comme le Co Ta Roun, elle les rassemble dans des rivières souterraines aboutissant à une sorte de canal central qui les conduit dans le Song Dai Giang. Quant à sa partie sud, qui domine de ses escarpements le Song Dai Giang et le Khe Le Nghi, elle ne semble pas jouer un rôle considérable dans l'hydrographie.

A partir de Co Trang, en aval du massif de Khe Tong, le Song Dai Giang, gross du Do Terrien, ne tarde pas à prendre un profil régulier à pente très faible.

Sa vallée, creusée presqu'entièrement dans des schistes plissés, et très près des calcaires presque tabulaires situés dans le prolongement de ceux de Khe Tong est une vallée subséquente qui, par suite du creusement, a perdu la plus grande partie de ses caractères.

Le pays de Qui Dat. — C'est une région sur laquelle nous aurons l'occasion de revenir plus longuement quand nous en décrirons la structure.

Sa principale caractéristique est la disposition en arcs convexes au sud-ouest de tous ses éléments orogéniques : chaîne de collines gréseuses aux versants dissymétriques, séparant des plaines allongées et fuselées, et rochers calcaires massifs ou réduits à l'état d'îlots, se rattachant vers le sud au grand plateau karstique de Ké Bang.

Cette disposition en arcs entraîne une hydrographie très particulière; c'est ainsi que la principale rivière de ce pays le Song Nam affluent du Rao Troc n'irrigue qu'une petite étendue de cette région, la plus grande partie des eaux allant plus ou moins directement dans les grandes rivières qui limitent le Pays de Qui Dat: le Rao Cay-Rao Nay et le Rao Troc affluent du précédent.

Une ancienne dépression subséquente, ruinée par la circulation souterraine, se voit encore au sud du pays de Qui Dat, à son contact avec la partie massive des calcaires de Ké Bang.

Le Rao Cay, qui vient de la région gréseuse du Co Ca Reng et du Phou Ong Kai, coule du sud au nord à la limite du massif de Napé et du pays de Qui Dat. Sa vallée, souvent très étroite, est en pleine érosion. Cependant, malgré les nombreux petits rapides qui coupent son lit, cette rivière peut être remontée par de petites pirogues entre Thanh Lang et la rivière de Muong Bam. Thanh Lang, situé dans une petite plaine d'alluvions au sud de l'arête qui, de la Chaîne annamitique, se rend au col de Khe Net, marque la fin du tronçon supérieur de la rivière. Le tronçon moyen très court, de direction générale sud-ouest nord-est, traverse à angle droit les directions structurales du pays de Qui Dat ; aussi son cours est-il coupé par des rapides extrêmement dangereux qui souvent ne peuvent se franchir qu'en laissant filer la pirogue attachée à un rocher par une corde. Cette partie de la rivière est la dernière qui porte le nom de Rao Cay ; plus en aval, ce cours d'eau prend le nom de Rao Nay et même celui de Song Giang près de la mer. Le Rao Nay est dirigé nord-ouest sud-est, à la limite nord-est du pays de Qui Dat. Sa vallée, encombrée de gros rochers calcaires sur une grande partie de son cours, est presque rectiligne ; nous verrons plus tard que c'est une vallée de fracture. Dans sa partie amont elle est étroite, et parfois marécageuse, et ses plaines d'alluvions sont très restreintes ; vers l'aval les alluvions prennent de plus en plus d'importance en même temps que la vallée s'élargit et que le cours d'eau devient accessible à des jonques de fort tonnage.

Le Rao Troc reçoit, comme nous l'avons déjà dit, les eaux qui proviennent souterrainement du nord-est du massif de Khé Bang. Cette rivière large et profonde, navigable sur tout son parcours, traverse les petites collines de grès et de schistes de la partie orientale du pays de Qui Dat. C'est dans la plaine littorale un peu avant d'arriver au Rao Nay qu'elle reçoit le Song Nam.

A l'est du pays de Qui Dat vient, près du littoral, un petit massif cristallin, le massif de Dong Hoi qui dresse son sommet principal du Ba Gen E à 1.139 m. d'altitude. C'est un nœud de petites arêtes séparées par des couloirs profonds qui déversent leurs eaux, à l'est dans une petite rivière côtière, le Song Dinh, au nord et à l'ouest, dans quelques affluents du Rao Troc.

A l'exception du pays de Qui Dat et des vallées de ses principaux cours d'eau, toute la partie de la Chaîne annamitique qui s'étend au sud-est du col de Meu Gia est boisée et presqu'inhabitée.

Des tribus montagnardes (Phu Thuong, Thai Bo, Kha So, Kha Sek, Kha Tong Luong, Kha Mo et Meo) occupent les parties les plus élevées des vallées ou quelques plateaux.

Le pays de Qui Dat et les parties inférieures des vallées du versant oriental de la chaîne sont peuplés d'Annamites appartenant à trois types à peine différents : les Nguon, les Annamites du nord ou Tonkinois et les Annamites du sud, un peu plus petits que les précédents.

Les vallées du Nam Muon et du Nam Nhuong.

Les cours d'eau qui portent ces noms colligent toutes les eaux de la partie de la Chaîne annamitique située entre le Phou Lep et le Phou Chom Voi.

L'ensemble des bassins du Nam Muon et du Nam Nhuong n'est en somme qu'une large cuvette, un peu allongée vers le nord-ouest, que limitent de tous côtés des lignes de crêtes. Nous avons déjà décrit la bordure rocheuse et schisteuse qui s'étend au nord, à l'est et au sud-est, entre le Phou Lep et le Phou Chom Voi. Quant à la bordure occidentale de ces bassins elle est constituée par une ligne de rochers calcaires, courant du nord-ouest au sud-est, entre le Phou Lep et la limite occidentale du massif de Nape.

Bien que peu renseignés sur certaines parties des bassins de ces rivières, il semble, d'après ce que nous en savons, que le fond de la cuvette qui les contient est une sorte de plateau mamelonné, sans autre massif bien individualisé que le Pha Bo (1.647 m.) qui est, avec les petits plateaux calcaires de son prolongement méridional, la seule barrière vraiement importante, située sur la ligne de partage des eaux des bassins du Nam Muon et du Nam Nhuong.

C'est de la réunion des eaux du Nam Sang et du Nam Tiouen que se forme le Nam Muon, de même que le Nam Nhuong est formé par celles du Nam Hung et du Nam Chat.

A l'exception du Nam Hung, nous avons parcouru ces cours d'eau en pirogue et nous avons pu ainsi comparer entre elles les vallées de ces deux bassins.

Le Nam Muon et ses tributaires présentent toujours un profil régulier, leurs eaux sont assez abondantes, et les rapides ne s'y rencontrent, avec quelque fréquence, que dans les parties amont du Nam Tiouen, du Nam Sang et du Nam Tak. Les rives des cours d'eau du bassin du Nam Muon sont bordées, à l'exception de quelques massifs calcaires, par des collines arrondies qui prennent des formes un peu plus sévères dans les parties supérieures des vallées ou au passage de roches plus résistantes.

Le profil du Nam Nhuong et de ses affluents est beaucoup moins régulier ; la partie tout à fait inférieure du cours d'eau principal mise à part, leurs lits peu profonds sont coupés de rapides nombreux. Sur le Nam Chat, navigable jusqu'au pied du col de Dong Trai Mit, des barrages (de quartzites ou de roches éruptives) gènent la circulation des pirogues, qu'il faut isser à tour de bras sur les rochers aux changements de biefs. La partie amont du Nam Hung, de même que ses affluents le Nam Than et le Nam Cham ne sont pas navigables. La vallée tout à fait supérieure du Nam Hung est inconnue ; d'après d'anciens documents, ce cours d'eau traverserait un important massif calcaire situé assez près de la crête frontière.

Le relief de ce bassin présente des parties énergiquement sculptées.

A la bordure nord-est du massif calcaire de Kam Keut une plaine d'alluvions à peine plus élevée que la plaine du Nam Phao semble indiquer que le Nam Nhuong se déversait de ce côté. Le crochet qu'il décrit maintenant vers le sud-ouest serait donc le résultat d'une capture.

Les vallées du Nam Muon et du Nam Nhuong, bien qu'assez habitées, sont presqu'entièrement boisées. Leur population ne comprend guère que des Phu Thuong ou Muong, alliés à ceux de la vallée du Song Ca et du Nam Mo.

Quelques villages Meo, se tiennent en outre dans le massif du Pha Bo et sur le plateau rocheux qui le prolonge au sud.

Les passages de la Chaîne annamitique.

Pour terminer nous allons dire quelques mots sur la viabilité et l'importance des passages qui franchissent les cols de la Chaîne annamitique, actuellement reconnus.

1°. — *De Muong Sen à Xieng Khouang par le col de Xieng Khouang (1.224 m.).* — Bon sentier muletier suivant généralement des crêtes, ou des croupes boisées et traversant quelques plaines marécageuses à l'est de Xieng Khouang. Bien qu'assez fatiguant, à cause de ses nombreuses dénivellations, ce chemin constitue, pour les piétons et les cavaliers, la voie la plus courte pour se rendre au Tran Ninh.

2°. — *De Muong Sen à Ban Done par le col du Moc (1.000 m.).* — Ce passage qui remonte le Nam Mo, est très dangereux entre Tha Do et Ban Sop Hang, où la seule voie utilisable est la rivière, que des rapides, difficiles et nombreux, coupent fréquemment. Au delà de Ban Sop Hang, sentier de piétons dans un pays boisé, aux déclivités peu accusées. La dernière partie du voyage depuis Ban Tak peut avantageusement se faire en pirogue.

3°. — *De Cua Rao et B. Ke Kien à Ban Done par le col de Pak Vai (1.300 m.).* — Passage le plus court pour se rendre au Laos au départ de Cua Rao. La piste, assez bonne jusqu'à Ban Ko Hoi, est très mauvaise le long du haut Nam Kien et au passage de la crête ; sur le versant laotien elle s'améliore rapidement. A partir de Ban Sop Tiong il est avantageux, pour gagner Ban Done, de descendre le Nam Sang puis le Nam Muon en pirogue.

4°. — *De Cua Rao et B. Cha Lap, à Ban Done par la cote 1600.* — Passage très long et particulièrement difficile sur le versant annamite. La piste qui remonte la vallée du Nam Cha Lap, franchit l'arête du Phou Lon sud pour gagner la vallée supérieure du Nam San où se trouve le passage. La descente sur le versant laotien est très courte jusqu'au village Kha de Ban Mo Mai, au delà duquel on peut se rendre à Ban Done en pirogue.

5°. — *De Xom Long Moc (sur le Song Giang) à Kam Keut par le col 1050 m.* — Passage long, mais assez bon. Trajet très court sur le versant annamite, comprenant un parcours d'arête facile ; longue descente de la vallée du Nam Cham, coupée en quelques endroits par des dalles glissantes et assez inclinées. A Ban Sop Khon il est avantgeux de descendre la vallée du Nam Hung, où l'ont peut prendre des pirogues à une demi journée de marche plus au sud, et gagner la vallée du Nam Nhuong, ce qui permet d'aller soit à Napé par B. Sop Khom ou à Kam Keut par Ban Tha Sala. On peut encore de Ban Sop Khon, traverser à l'ouest le col situé au nord-ouest du Pha Bo et gagner Kam Keut par Ban Sop Sot et Ban Nam Kang.

6°. — *De Vu Liet à Kam Keut par le col de Dong Trai Mit (660 m.).* — Passage un peu long, mais très facile à cause de ses faibles déclivités. Au Laos, la descente du Nam Chat en pirogue présente quelques difficultés, mais constitue le moyen le plus rapide pour se rendre à Kam Keut ou Napé. Ce passage pourrait être utilisé avantageusement pour gagner la vallée du Nam Muon, puis de là, Muong Borikane et Vientiane en passant au nord du Phou Ta La Bat.

7°. — *De Vinh à Thakhek par le col de Keo Neua (754 m.).* — Passage suivi par une route automobilable qui se développe sur 270 km. de longueur entre Vinh et Thakhek. Actuellement c'est la voie la plus courte entre la mer et le Mékong. [10]

8°. — *De Vu Quang à Ban Na Kha Doc par le col nord du Rao Co (1.100 m.).* — Passage long et difficile, pour piétons seulement, plusieurs arêtes à franchir, tant sur le versant laotien que sur le versant annamite.

9°. — *De Trung Thanh à Ban Ta Pei Pan, par le col de Dinh Thuat (1.150 m.).* — Passage court et très bon, qu'une légère amélioration pourrait transformer en chemin muletier. De Ban Ta Pei Pan un sentier passant à Ban Kou Po, B. Sop Sot et Ban Kok permet de se rendre à Na Kay. A Ban Kok une piste, que nous n'avons pas parcourue, se dirige directement sur Nhommalat.

10°. — *De Trung Thanh à Ban Theun par le col de Dong Tim (740 m.).* — Passage très important ; le plus utilisé de la région par les commerçants annamites. Beaucoup moins bon que celui du col de Dinh Thuat, il a l'avantage de communiquer avec des villages laotiens plus riches et plus nombreux que ceux traversés par l'itinéraire précédent.

11°. — *De Chuc A ou Vinh Cu a Ban Theun par le col de Ban King (900 m.).* — Passage très long et très difficile en Annam avec importantes dénivellations occasionnées par de nombreuses arêtes. Beaucoup plus agréable au Laos, le long du Nam Pheo, où les déclivités sont faibles. Une variante de ce trajet permet de gagner Muong Bam et la vallée du Rao Cay au départ de Ban Sone sur le versant annamitique, mais ce parcours constitue une véritable escalade.

12°. — *De La Khé et Bai Duc à Nhommalat par le col de Meu Gia (418 m.).* — Ce passage, le plus bas de la Chaîne annamitique, doit être utilisé prochainement par une voie ferrée reliant Tan Ap, sur la ligne de Vinh — Dong-Hoi, à Thakhek. Une piste automobilable, presqu'achevée, permettra bientôt de se rendre de Vinh ou d'Hatinh à Thakhek en passant par La Khé et Nhommalat.

13°. — *De Phong Nha à Ban San Kao et Tai Le par le col ouest du Co Ta Roun (700 m.).* — Passage long et assez difficile, sans intérêt pratique, qui n'a d'autre utilité que de mettre en relation le pays Kha de Co Roong avec les régions limitrophes.

14°. — *De Co Trang à Ban San Kao et Tai Le par le col de Co Trang (800 m.)* — Passage comportant quelques dénivellations assez importantes. C'est la voie la plus courte pour se rendre du Quang Binh dans la vallée du Nam Tse. La piste, fréquentée par les éléphants domestiques, est presque impraticable pour les chevaux.

15°. — *De Co Trang à Tai Le par le col de Co Rô Gor (660 m.).* — Passage intéressant et très court, mais complètement inutilisable pendant les crues de la rivière de Khe Tong, déjà très difficile à franchir en temps habituel autrement qu'à dos d'éléphant.

Le parcours des sentiers ci-dessus exige de bons guides et des porteurs montagnards : Meo, Kha ou Muong.

E. — La vallée du Song Ca et le pays Muong du Nghê An.

A Cua Rao, le Nam Mo unit ses eaux à celles du Nam Neun, grosse rivière venue du nord, pour former le Song Ca. C'est un fleuve important coulant entre la Chaîne annamitique et le Pays Muong du Nghê An, dont il reçoit la plus grande partie des eaux. Sa vallée n'est bien limitée qu'entre Cua Rao et Do Luong, c'est-à-dire dans la zone montagneuse, plus en aval, le Song Ca coule jusqu'à la mer dans une large plaine, hérissée de masses rocheuses, ou de lignes de collines.

Durant ce trajet, le fleuve, partout navigable, possède un profil à peu près régulier, mais une pente assez forte, près de 0,4 pour 1000 ; son profil d'équilibre n'est donc pas encore atteint. Son affluent de gauche, le Song Con, venu du pays Muong et ses affluents de droite, le Song Giang et surtout le Ngan Sau, grossi du Ngan Pho et de plusieurs autres rivières descendues de la Chaîne annamitique, lui apportent une contribution importante. Aussi le fleuve qui, à Cua Rao, n'a qu'une largeur inférieure à 100 m. et un lit peu profond, arrive-t-il près de la mer avec un kilomètre environ de largeur et une profondeur suffisante pour permettre à des cargos de faible tonnage de le remonter jusqu'à Ben Thuy.

La vallée du Song Ca entre Cua Rao et Do Luong est nettement dissymétrique ; son versant méridional, très incliné et très découpé, s'oppose aux collines généralement basses et mamelonnées de son versant septentrional. Sur ce parcours, la vallée du fleuve dirigée de l'ouest-nord-ouest à l'est-sud-est, est en outre rectiligne ; quelques lambeaux de tertiaire lacustre disloqués y témoignent de son ancienneté et de son origine tectonique.

Le pays Muong du Nghê An, situé entre le Song Ca et la plaine littorale, présente une disposition en arcs convexes au sud-est tout à fait caractéristique.

Ces arcs enveloppent un gros massif de marbres qui dresse ses escarpements presque verticaux au nord des régions que nous avons explorées, en amont des vallées tributaires du Song Ca et du Song Con.

Le Song Con est la principale rivière du pays Muong, elle déroule ses méandres parallèlement aux chaînes de collines de ce pays. Sa vallée, large, est encombrée d'alluvions dans sa partie moyenne, entre Phu Qui et le Nui Vut, énorme bastion calcaire qui dresse au-dessus de la plaine sa masse dégagée de toute part.

Le région qui s'étend dans la boucle du Song Con, est constituée par des collines peu élevées, généralement boisées ou couvertes de broussailles, ou de prairies, qui supportent des massifs de marbres, aux formes tantôt hardies, tantôt plus mollement sculptées. L'ensemble témoigne d'un modelé ancien à peu près achevé. L'hydrographie habituelle des régions calcaires paraît inconnue ici. Dans bien de cas, il semble que l'érosion ait travaillé ces calcaires métamorphisés comme des schistes cristallins.

Les collines de la rive gauche du Song Con sont de constitution géologique variée, leur disposition en lignes plus ou moins parallèles, suivant des arcs grossièrement concentriques, et aplaties à leur front, c'est-à-dire au sud-est, traduit fidèlement la structure de cette région. Les lignes de collines les plus occidentales sont plus élevées, et regardent la mer ; les autres, constituées par quelques saillies allongées, et plus ou moins disloquées par l'érosion, ou réduites encore à quelques barres ou à quelques pitons calcaires, s'échelonnent sur la plaine littorale. Au sud, à plus de 20 kilomètres à l'ouest du littoral, un nœud plus important, le Nui Ya Theo, élève à 269 m. sa masse isolée et presqu'entièrement nue au-dessus des rizières du Phu Dien.

Au nord, ces chaînes de collines sont recoupées, de l'ouest-nord-ouest à l'est-sud-est, par la petite rivière côtière du Song Mai, qui se place sur le même alignement que le Song Con en amont du Phu Qui. Cette ligne Song Con-Song Mai présente un intérêt topographique considérable. Elle se trouve à peu près au point d'inflexion vers le nord-ouest, des chaînes de collines, et occupe l'axe de répartition d'anciens niveaux d'altitude à peu près constante. Ces niveaux sont des plaines sous-basaltiques ou constituent encore la surface même des coulées de lave. On les suit depuis le méridien de Phu Dien jusqu'à 15 ou 16 kilomètres à l'ouest de Phu Qui.

La vallée du Song Ca, en amont du confluent du Song Con, tout le pays situé sur la rive droite du Song Con et les parties les plus élevées de la rive gauche du Song Mai, sont habités par des Muong. A Phu Qui et dans ses environs se trouvent quelques Tho. Quant aux Annamites, ils occupent le Song Ca en aval de son confluent avec le Song Con et les parties basses de la région située sur la rive gauche du Song Con qu'ils remontent peu à peu.

F. — Le littoral et les massifs côtiers.

Entre la Chaîne annamitique, le pays Muong du Nghê An et la mer, s'étend une région de collines basses ou de petits massifs disposés en chaînes plus ou moins continues au-dessus d'une plaine littorale cultivée en rizières.

Le contour de la côte dans cette région, en dehors de quelques pointements rocheux, est d'une simplicité remarquable. Le littoral est marqué par un cordon de dunes, laissant en arrière quelques lagunes plus ou moins continues, près desquelles se sont établis des villages de pêcheurs. Les parties les plus basses de la plaine littorale sont parcourues par des chenaux de marée. L'aspect général de cette côte est en somme celui des « *côtes basses à lido.* »

Si nous regardons d'un peu plus près, les chaînes de collines de la plaine littorale, nous remarquons qu'elles sont parallèles à la fois au front des arcs du pays Muong du Nghê An et à la bordure de la Chaîne annamitique. Par suite de cette disposition, elles sont dirigées nord-est sud-ouest, au nord du parallèle de Phu Dien et nord-ouest sud-est, au sud de ce parallèle. Quelques collines de la partie méridionale du Nghê An, le Nui Thung Giang entre autres, ont une forme sinueuse ; enfin, le petit massif cristallin de Benthuy, dont la direction d'ensemble est parallèle à la Chaîne annamitique, est formé de tronçons qui s'alignent du nord au sud.

Les plus importants parmi les massifs côtiers sont ceux qui se dirigent depuis le confluent du Song Ca et du Ngan Sau, au nord-ouest, jusqu'à la Porte d'Annam au sud-est. Nous connaissons la vallée du Rao Nay qui les sépare au sud, de la Chaîne annamitique. Au nord, dans une position semblable, se tient la vallée du Ngan Sau qui traverse dans le Huong Khe une région de hauteurs minuscules recelant des témoins de tertiaire à lignite. Cette vallée, qui se situe exactement sur le prolongement nord-ouest de la vallée du Rao Nay, est disposée comme elle sur la même fracture.

Le modelé de ces régions est assez vigoureux dans les parties inférieures des petits massifs ; plus haut, les pentes sont plus faibles et les formes plus adoucies; cependant, les îlots ou les massifs rocheux qui se tiennent sur le littoral, présentent dans toutes leurs masses des formes rudes.

Le relief des massifs côtiers est généralement faible ,les sommets les plus élevés se tiennent dans le massif du Benthuy (676 m.) et dans celui de la Porte d'Annam (1.044 m.).

Des témoins de terrasses basses, dont nous aurons l'occasion de parler plus loin, montrent que toute la région des massifs côtiers a été émergée, jusqu'au pied de la Chaîne annamitique, au cours du quaternaire. A cette époque, relativement peu lointaine, l'aspect du littoral était celui de la côte dalmate: *côtes abruptes à structure longitudinale*, bordées parallèlement par des chapelets d'îlots. La côte actuelle avec sa plaine littorale, et son cordon de dunes, est donc une côte du *type dalmate* transformée par émersion et non par colmatage.

La région du littoral et les massifs côtiers, presqu'entièrement déboisés sont peuplés d'Annamites. La Porte d'Annam qui est à la limite du Hatinh et du Quang Binh, sépare l'Annam du nord de l'Annam du sud.

DEUXIÈME PARTIE

APERÇU GEOLOGIQUE D'ENSEMBLE

Introduction.

Dans le but de faciliter la lecture de cet ouvrage, nous avons cru nécessaire de faire précéder l'exposé des faits par un aperçu d'ensemble, qui servira de fil directeur pour la suite.

Cette partie comprendra un seul chapitre dans lequel nous envisagerons successivement en trois paragraphes :

A. — Les unités structurales et la géographie.

B. — La série stratigraphique.

C. – Les plissements.

A. — Les unités structurales et la géographie.

Au cours de l'exposé de détail, qui fera l'objet des troisième et quatrième parties, nous serons conduit à nommer et même à définir certaines entités structurales. Pour rendre plus familiers ces objets, dont les noms reviendront souvent, nous allons commencer par les fixer dans leur cadre géographique en les répartissant, suivant leurs directions, en deux catégories que nous verrons dans l'ordre suivant :

1°. — Les lignes directrices fondamentales ;

2°. — Les directions de second ordre.

1°. — Les lignes directrices fondamentales.

Quand on jette le regard sur la petite carte géologique au 1 : 1.000.000ème, qui accompagne ce travail, on ne peut manquer d'être frappé par la disposition en grandes bandes, grossièrement parallèles, qui traversent en écharpe cette partie de l'Indochine, avec une direction voisine du nord-ouest.

Les deux bandes les plus importantes et les mieux caractérisées, par leurs nombreux affleurements de cristallin, viennent du Tran Ninh (Xieng Khouang) au nord-ouest et se terminent au sud-est, sur le littoral du Quang Binh, dans les régions de la Porte d'Annam et de Dong Hoi. Avec elles se reconnaît la principale unité structurale de ces pays ; nous l'avons appelée la *Cordillère annamitique* pour l'opposer à la chaîne géographique, à laquelle nous appliquerons le nom de *Chaîne annamitique.*

Dans l'ensemble, la Cordillère et la chaîne géographique coïncident sur la plus grande partie de leurs trajets depuis le plateau du Tran Ninh jusqu'à l'est du col de Meu Gia. Au delà, la Chaîne annamitique se sépare de la Cordillère qui s'éloigne à l'est vers le littoral, pour filer au sud-est, en recoupant en biais d'autres éléments structuraux parallèles à la Cordillère.

La Cordillère comprend donc : la partie de la Chaîne annamitique située entre le Tran Ninh et le col de Meu Gia ; puis toute la région des massifs côtiers de Vinh, du Ha Tinh et de la Porte d'Annam ; le pays de Qui Dat et le massif de Dong Hoi.

Transversalement, nous y avons reconnu trois éléments structuraux : deux géanticlinaux, le *géanticlinal du Phou Sao* au sud-ouest et celui du *Phou Lai Leng* au nord-est, séparés plus ou moins par un synclinal médian qui n'a pu être défini que dans sa partie nord-ouest où il a reçu le nom de *synclinal du Nam Mo* ; au sud-est cette dépression paraît coïncider sensiblement avec une ligne de dislocation, *la cassure du Rao Nay.*

Les noms de tous ces éléments ont été empruntés à la géographie. Le plus occidental, le géanticlinal du Phou Sao, comprend le massif qui va du Phou Sao au Phou Lep, les bassins des vallées moyennes et supérieures du Nam Muon, de l'Houei Cho et du Nam Nhuong, le massif qui s'étend du Nui Ba Mu et de la région de Napé jusqu'à l'ouest du col de Meu Gia, puis enfin le pays de Qui Dat et le massif de Dong Hoi.

Le géanticlinal du Phou Lai Leng comprend, le massif du Phou Lai Leng proprement dit, la vallée supérieure du Nam Hung et le massif de Khe Chay, le Cao Véou, la région située au sud-ouest du moyen Song Ca, puis enfin, la petite chaîne du Dong Bat et tous les massifs côtiers jusqu'à la Porte d'Annam.

Quant au synclinal du Nam Mo et à la cassure du Rao Nay ils sont situés, le premier dans la vallée supérieure du Nam Mo, la dernière dans la vallée du Rao Nay et dans celle du Ngan Sau.

Voilà pour la Cordillère : nous allons voir maintenant ce que sont les autres bandes qui la suivent ou la précèdent, parallèlement à sa direction.

Au sud-ouest nous trouvons encore trois éléments structuraux importants ; nous allons les nommer en partant de la Cordillère. Ce sont : le *synclinal du Nam Ka Dinh,* le *bourrelet anticlinal du Nam Hin Boun* et la *plaine du Mékong.*

Au nord-est se trouvent, toujours en partant de la Cordillère : le *synclinal du Song Ca* et l'*aire anticlinale du Phou Huat.* En continuant vers le nord-est on pourrait encore reconnaître plusieurs éléments présentant la même disposition, mais nous n'en parlerons pas, puisqu'ils se tiennent en dehors de notre travail.

Voyons plutôt comment se situent les objets que nous venons de citer.

Le synclinal du Nam Ka Dinh borde la Cordillère au sud-ouest, il correspond dans sa partie médiane à la vallée du Nam Ka Dinh et à sa bordure de chaînes de collines

gréseuses qui vont du Phou Ta La Bat, au nord-ouest, jusqu'à l'extrémité orientale du Phou Ac, au-dessus du col de Meu Gia, au sud-est. Plus au nord-ouest il se continue dans les chaînes de collines basses dirigées parallèlement à la Cordillère, entre celle-ci et Ba Na Huong au sud. Au sud-est, il se poursuit par le Phou Et Vat et le massif karstique et gréseux qui passe au sud du pays de Qui Dat et du massif de Dong Hoi ; dans cette dernière partie de son trajet il est recoupé par la Chaîne annamitique qu'il traverse dans les massifs du Co Ta Roun et de Khe Tong. On peut dire que partout, sauf dans cette dernière région, les directions orogéniques ont épousé les directions tectoniques.

Le bourrelet anticlinal du Nam Hin Boun, qui vient immédiatement au sud-ouest du synclinal du Nam Ka Dinh, se suit partout avec continuité dans les massifs calcaires qui occupent les vallées du Nam Hin Boun et de la Sé Bang Fay. Au nord-ouest, il est mal individualisé par les petites collines de la vallée inférieure du Nam Ka Dinh. Dans la vallée du Nam Sane, il commence à reparaître aux environs de Ban Na Huong, dans de petites éminences de direction sud-est nord-ouest couronnées de témoins calcaires.

La plaine du Mékong, ou plutôt le synclinal que nous entendons désigner ainsi, se suit à la bordure sud-occidentale de l'élément structural précédent, non pas seulement le long du Mékong qu'il abandonne au sud de Thakhek, mais encore dans les vallées de la Sé Bang Fay et de la Se Noi ; plus à l'est il rejoint, par les plateaux à l'ouest de Hué, [9] le littoral de la mer de Chine dans la région de Tourane. Ici encore les petites collines qui en marquent le passage conservent dans l'ensemble la direction nord-ouest sud-est qui est celle de ce synclinal.

Passons maintenant au nord-est de la Cordillère.

Le synclinal du Song Ca occupe la vallée inférieure du Nam Mo, la vallée moyenne du Song Ca, et la région qui s'étend vers le sud-est entre Do Luong et les plaines au nord de Vinh. Sa direction est nettement indiquée, même en dehors du cours de ces deux rivières, par les éléments du relief topographique.

Le synclinal du Song Ca sépare la Cordillère au sud-ouest, de *l'aire anticlinale du Phou Huat* au nord-est ; ce dernier élément structural dont l'importance paraît être grande, n'est que la terminaison sud-orientale d'un grand anticlinal qui se développe surtout au nord-ouest, dans la direction de Sam Neua, c'est-à-dire parallèlement aux éléments structuraux précédemment nommés.

Les collines qui constituent cette aire, ainsi que la rivière la plus importante qui l'irrigue, le Song Con, sont disposées en arcs convexes au sud-est, autour d'une masse axiale généralement calcaire qui passe par le 105e méridien.

L'anticlinal du Phou Huat est suivi au nord-est par d'autres éléments structuraux qui possèdent toujours la même direction sud-est nord-ouest. Nous n'avons rien à dire au sujet de ces éléments, puisqu'ils sont situés en dehors des régions étudiées ; néanmoins il est nécessaire de faire remarquer que la direction sud-est nord-ouest, de tous les objets tectoniques que nous venons de passer en revue, est bien fondamentale et que c'est elle qui actuellement encore, dirige l'érosion qui façonne le relief de la plus grande partie de l'Indochine orientale au nord du parallèle de Hué.

Nous verrons plus tard que ces lignes directrices ont leur origine commune dans des mouvements d'âge anthracolithique, c'est-à-dire hercyniens.

2°. — *Les directions de second ordre.*

Si l'on examine plus attentivement la petite carte au 1 : 1.000.000e déjà citée, on ne tarde pas à remarquer que ces lignes directrices fondamentales sont recoupées normalement à leur allongement par d'autres directions orogéniques un peu moins nettes, ce qui donne à l'ensemble de la partie de l'Indochine figurée sur cette carte, l'allure grossière d'un quadrillage.

Ces lignes plus atténuées, sont des directions orogéniques de second ordre. Leur empreinte est inégale dans le sens de leur longueur, c'est-à-dire du sud-ouest au nord-est ; certaines même, ne se prolongent pas en travers de toute l'Indochine. Tectoniquement, elles traduisent des mouvements d'axe des lignes directrices fondamentales qui sont liés aussi bien à la structure primitive des éléments structuraux hercyniens qu'à des mouvements plus récents d'âge mésozoïque.

Cette structure en quadrillage qui résulte de l'enchaînement de deux directions différentes, est comparable à celle de la Corée [Suess 61. — p. 1400].

Dans l'ensemble, les directions de second ordre débitent les éléments structuraux hercyniens en tronçons anticlinaux, dans lesquels dominent les terrains cristallins et paléozoïques,et en tronçons synclinaux constitués par du paléozoïque et du secondaire.

Nous n'avons pas dénommé les tronçons anticlinaux ; quant aux tronçons synclinaux, deux surtout attireront notre attention : le *pays de Qui Dat* et la *dépression du Nam Hung*.

La dépression du pays de Qui Dat en dehors de la région dont elle porte le nom ne se suit, un peu nettement, que dans la direction de la haute vallée de la Sé Noi.

La topographie l'individualise mal ; sur ses bords oriental et occidental, elle est mieux accusée par deux sillons étroits de faible étendue : A l'est, le *sillon d'Hang Rao* marqué dans la topographie par des cuvettes allongées au sud-ouest, près de la bordure du massif de Dong Hoi ; à l'ouest, le *sillon du Rao Cay* bien indiqué par la rivière du même nom et par la dépression du col de Meu Gia, prolongée au sud par la vallée du Nam Heu.

La dépression du pays de Qui Dat intéresse l'anticlinal du Nam Hin Boun le synclinal du Nam Ka Dinh et le géanticlinal du Phou Sao ; plus au nord, elle est probablement déviée, et il n'est pas impossible que ce soit elle qui marque la terminaison maritime du géanticlinal du Phou Lai Leng à l'est de la Porte d'Annam.

Plus au nord-ouest le second tronçon synclinal, la dépression du Nam Hung, constitue un abaissement d'axe beaucoup plus important que le précédent; on le suit avec netteté depuis le confluent du Nam Ka Dinh et du Mékong au sud-ouest, jusque sur le littoral du Nghe An au nord-est, où il se termine dans la région de Bien Son; sur la plus grande partie de son trajet la topographie le traduit assez mal.

A la traversée de l'anticlinal du Nam Hin Boun la dépression du Nam Hung correspond à l'ennoyage, sous une couverture de grès secondaires, des puissantes masses de calcaires ouralo-permiens si développés plus au sud-est ; son passage sur le géanticlinal du Phou Sao est par contre indiqué, dans les vallées du Nam Nhuong, du Nam Muon et de l'Houei Cho, par de nombreux massifs de calcaires anthracolithiques, qui correspondent ici à l'ennoyage de terrains sédimentaires plus anciens, de schistes cristallins et de granites. Plus au nord-est, il faut dépasser le Song Ca pour la reconnaître aisément ; mais dans cette région c'est-à-dire à la traversée de l'anticlinal du Phou Hoat, son passage est énergiquement marqué par la topographie, dans toutes les lignes de collines situées entre le Song Con et la mer et aussi par le littoral lui-même. Dans cette région elle correspond d'ailleurs à la partie principale du *Golfe triasique du Nghe An*, dont nous aurons souvent l'occasion de parler.

A ces deux dépressions du pays de Qui Dat et du Nam Hung, nous ajouterons encore celle qui, tout à fait au sud-est, fait passer un synclinal secondaire de direction sud-ouest nord-est au sud du massif de Dong Hoi ; puis enfin celle qui tout à fait au nord-ouest est occupée par les schistes violets et les calcaires du Tran Ninh et du plateau de Nong Et. Toutefois, dans les deux cas qui précèdent, la faible étendue intéressée par ces dépressions dans les limites de notre étude, ajoutée à l'absence de renseignements en dehors de ces limites, ne nous permettent ni de les prolonger, ni même d'être très affirmatif à leur sujet.

Plus tard nous serons amené par l'étude structurale à parler de dispositions en arcs. Celles-ci sont inséparables des directions de second ordre dont nous venons de dire quelques mots ; ces arcs doivent leur forme, comme nous le verrons plus loin, à l'influence des éléments structuraux hercyniens sur les mouvements qui les ont produits. La topographie les indique quelquefois ; tel est par exemple le cas des arcs du Song Con, qui constituent la terminaison sud-orientale du Phou Huat, dont nous avons parlé précédemment. Ces arcs du Song Con se réunissent dans la vallée du Song Ca pour former la *Virgation du Nghe An*, constituée par des plis souvent parallèles aux directions fondamentales nord-ouest sud-est. Cette virgation est indiquée par les collines qui bordent le Song Ca, en amont de Con Cuong, d'abord sur sa rive gauche, puis sur sa rive droite.

Une autre région qui traduit bien aussi, par la forme et l'arrangement de ses chaînes de collines, la disposition en arcs, est celle des massifs côtiers et en particulier celle des massifs de la Porte d'Annam et du Ha Tinh. Comme dans le Nghe An leurs arcs se réunissent suivant un faisceau que nous avons appelé *Virgation des massifs côtiers*. Celle-ci dirigée parallèlement aux lignes directrices fondamentales ne peut pas se reconnaître dans les éléments du relief.

Enfin c'est encore à des directions de second ordre que sont dus les *arcs du pays de Qui Dat* si caractéristiques de la disposition des chaînes de ce pays. Ces arcs qui sont convexes au sud-ouest, ne se rangent pas dans un système de virgations, mais correspondent plus simplement à des déformations des lignes directrices hercyniennes, par suite du rétrécissement de la surface post-anthracolithique dans le sens nord-ouest sud-est.

En résumé, la topographie revèle surtout l'existence de lignes directrices fondamentales, dirigées du sud-est au nord-ouest. Les lignes de second ordre qui dérivent toutes de la direction sud-ouest nord-est ne se remarquent pas aussi nettement que les précédentes, exception faite pour la partie du Nghe An située au nord-est du moyen Song Ca ; ces directions ont cependant donné lieu à la formation de dépressions importantes ; ce sont elles qui, combinées avec les éléments structuraux principaux, donnent à cette partie de l'Indochine l'allure grossière d'un quadrillage. Parmi les directions de second ordre la disposition en arcs est l'une des mieux indiquée par le relief et l'hydrographie. La plupart de ces arcs s'emboîtent et se groupent suivant un système de virgations (Nghe An, massif côtiers) ; *les autres ne doivent être considérés que comme des déformations des lignes directrices fondamentales* (pays de Qui Dat).

B. — La série stratigraphique.

Dans ce paragraphe nous donnerons rapidement la succession stratigraphique et la répartition dans l'espace, des terrains sédimentaires et cristallins qui participent à la constitution du sous-sol du nord de l'Indochine centrale.

Cet exposé sera fait en tenant compte de la succession certaine ou présumée des différentes formations géologiques, en dehors de toute considération sur leur nature : sédimentaire ou cristalline.

La répartition des terrains ne sera pas donnée, non plus, dans l'ordre géographique, comme elle le sera plus tard dans la troisième partie de cet ouvrage ; l'ordre adopté maintenant sera celui des éléments structuraux, nommés et situés géographiquement dans le paragraphe qui précède. Cette manière de faire est justifiée par l'enchaînement indispensable qui doit relier cet exposé stratigraphique à l'exposé structural, qui terminera la vue d'ensemble que nous nous sommes proposé de donner dans cette deuxième partie.

La série stratigraphique dont nous avons reconnu l'existence comprend les quatre groupes suivants :

1°. — une série cristalline antérieure au silurien ;

2°. — une série paléozoïque, à peu près complète entre le silurien inférieur et le permien supérieur. Ces terrains sont percés d'intrusions granitiques et comprennent, à leur partie supérieure, des coulées de porphyres quartzifères ;

3°. — une série secondaire, comprenant le trias presque en entier et du rhétien. Cette série contient des intrusions des roches neutres et basiques : andésites, ophites, gabbros, etc... ;

4°. — une série récente ne comprenant que des formations terrestres : dépôts lacustres avec lignites d'âge miopliocène, et coulées basaltiques, dont les plus anciennes ne sont pas antérieures au pliocène supérieur et les plus jeunes sont peut-être sub-récentes.

1°. — *Terrains anté-siluriens*

Ce sont des granites acides, le plus souvent très écrasés, des gneiss, des micaschistes et quelques schistes métamorphiques. Nous les connaissons dans la Cordillère et dans le Phou Huat.

Dans la Cordillère ils constituent la base d'une nappe de charriage hercynienne qui s'observe dans toute la partie médiane de cet élément structural.

Dans l'aire anticlinale du Phou Huat, ces terrains sont autochtones; leurs affleurements, peu étendus dans la région de nos études, prennent une très grande importance au nord-ouest, dans la masse principale de cet anticlinal.

2°. — *La série paléozoïque.*

Les terrains paléozoïques s'échelonnent, avons-nous dit, sur toute la durée de cette ère, entre l'ordovicien et le permien, ils comprennent donc les divisions suivantes :

a. — Silurien (ordovicien et gothlandien).

b. — Dévonien.

c. — Anthracolithique (dinantien, moscovien, ouralien et permien).

a. — *Silurien.*

Les assises siluriennes sont constituées par de puissantes masses de schistes, le plus souvent clairs, que séparent quelques bancs de grès.

Par leur base elles se tiennent au contact des schistes cristallins. A leur sommet elles passent en continuité de sédimentation aux couches dévoniennes.

Leur faune est surtout constituée par des trilobites, des céphalopodes et des lamellibranches.

La base de la formation est ordovicienne, ce sont des schistes à *Dalmanites* cf. *socialis* Barr., *Heterocrinus* aff. *heterodactylus* Hall et *Aristocystidae*.

La partie moyenne se place au sommet de l'ordovicien, ce sont des grès à débris de grands trilobites et *Aulacophyllum mitratum* M. E. et H. que nous avons comparés aux grès de Dong Son dans le Thanh Hoa [Jacob. 30].

La partie supérieure du silurien ou gothlandien est encore entièrement schisteuse, sa faune est riche en trilobites : *Calymmene* cf. *Baylei* Barr., *C.* cf. *tenera* Barr., *Phacops* cf. *Glockeri* Barr., *Ciphaspis*, etc ; elle contient en outre plusieurs spirifers dont *Spirifer* cf. *Eudora* Hall, d'autres brachiopodes et des mollusques.

La présence de formes du gothlandien supérieur et du dévonien inférieur dans les mêmes couches, fait songer à un terme de passage entre les deux systèmes.

La faune silurienne présente à la fois des affinités avec celles de l'Europe centrale et de l'Amérique du nord.

Le silurien n'est connu en toute certitude que dans la partie médiane de la Cordillère, où il est charrié sur le dévonien calcaréo-schisteux ; nous l'avons désigné quelquefois, avec les couches qui le surmontent, sous le nom de nappe du Nam Nhuong; en réalité, comme il fait partie d'un ensemble charrié qui comprend aussi des schistes cristallins anté-siluriens, il ne constitue avec eux qu'une seule nappe, ce sera notre *nappe hercynienne* ou *anté-viséenne*.

b. — Dévonien.

Les formations de cette période appartiennent à deux types différents qui, au moment de leurs dépôts, devaient être des faciès latéraux d'une même mer, et qui maintenant occupent une situation anormale, l'un par rapport à l'autre. Pour rendre concrète cette situation, nous dirons que le premier de ces types, que nous appellerons autochtone ou laotien, est situé sous le silurien charrié, le second qui sera nommé dévonien charrié ou annamite, se tenant au-dessus de ce silurien.

Le dévonien autochtone est surtout calcareo-schisteux ; sa faune est constituée par des brachiopodes et des anthozoaires ; quelques niveaux contiennent des lamellibranches.

Le dévonien charrié ou annamite est surtout schisteux et siliceux ; vers le haut, ou latéralement, vers l'arrière (nord-est), des calcaires s'y développent. Sa faune peu abondante, comprend à un moment donné des ptéropodes.

Voyons la succession des principaux étages de chacun de ces deux types de dévonien.

Dans le dévonien autochtone ou laotien, la base manque. L'étage le plus bas est le coblentzien, représenté par des calcaires marno-grumeleux à *Spirifer* cf. *carinatus* et des calcschistes à *Sieberella Sieberi*.

Le dévonien moyen qui vient au-dessus (eifélien et givétien) comprend des schistes à *Spirifer curvatus*, des calcaires à entroques avec *Atrypa aspera*, puis des calcschistes à polypiers, ces derniers sont bien caractérisés par *Stringocephalus Burtini* et *Martinia inflata*.

Le dévonien supérieur comprend à la base des calcaires noirs ou roux à *Atrypa desquamata* et *Spirifer pachyrhynchus*, et des schistes à *Ambocoeles*. Sa partie la plus élevée présente deux faciès, l'un gréseux et l'autre calcaire. Dans les deux cas, il y a souvent passage au carbonifère par des couches à réticulaires.

Le type charrié ou annamite se trouve, avons nous déjà dit, en continuité de sédimentation avec le silurien. Ses sédiments, schisteux de même que ceux du gothlandien, contiennent, à leur base, des formes de ce dernier étage et du dévonien inférieur (*Spirifer* cf. *metuens* Barr. et *Stropheodonta Schuchertanum* Clarke). Au-dessus viennent des schistes à *Calceola sandalina* Lmk. mut. *lata* Richt. de l'eifélien, puis des schistes à *Styliola clavulus* Barr. qui font le passage au givétien. Ce dernier étage et le dévonien supérieur seraient représentés par des lydiennes et des calcaires massifs marmorisés ou même transformés en cipolins.

Comme on le voit, par leurs faunes, autant que par leurs faciès, ces deux types de dévonien sont nettement différents.

L'autochtone est comparable au dévonien le mieux connu de Yunnan ; il appartient au faciès rhénan ; quant au dévonien charrié, il est semblable à celui du Tonkin, comme ce dernier il présente de grandes affinités avec le dévonien américain de même qu'avec celui de Bohême.

Passons maintenant à la répartition de ces deux types de dévonien.

Le dévonien laotien est connu dans le bourrelet anticlinal du Nam Hin Boun: vallée supérieure du Nam Tse, aux environs de Ban Na Toung (à 35 km. à l'est de Thakhek) et dans la partie occidentale de la Cordillère annamitique, où ses principaux gisements sont : la bordure méridionale du massif de Dong Hoi, tout le pays de Qui

Dat et la vallée supérieure du Ngan Sau ; dans cette dernière région il passe sous le cristallin de la nappe hercynienne, puis, plus loin au nord-ouest, sous le siluro-dévonien de cette nappe ; enfin il se tient en avant de cette dernière, dans le Muong Kam Keut (vallée du Nam Nhuong). Fait important à signaler, le dévonien supérieur est gréseux dans la partie sud-orientale de la Cordillère, tandis qu'il est calcaire dans le Muong Kam Keut.

Le dévonien annamite est surtout bien connu dans la partie médiane de la Cordillère où il constitue le sommet de la nappe hercynienne.

Dans le synclinal du Nam Mo, dans le géanticlinal du Phou Lai Leng, puis dans le synclinal du Song Ca et dans l'aire anticlinale du Phou Huat, il est à peu près partout en place et souvent métamorphisé, ses sédiments inférieurs sont peu caractérisés ; par contre, les lydiennes et les calcaires, peu développés dans la nappe, couvrent des surfaces considérables de ces éléments structuraux. D'une manière générale les calcaires ne dépassent pas au sud le parallèle de Vinh et les lydiennes celui de Ha Tinh.

c. — Anthracolithique.

Les terrains anthracolithiques sont généralement discordants sur les formations plus anciennes. Il ne paraît y avoir eu continuité de la sédimentation qu'en un petit nombre de points de la Cordillère, plus en avant (sud-ouest), nous sommes mal renseigné, la base de ces dépôts, sauf en un point de l'anticlinal du Nam Hin Boun, étant cachée par un révètement épais de terrains plus récents. En ce point d'ailleurs, le carbonifère inférieur est concordant sur le dévonien.

Nous distinguerons encore ici deux types différents : un anthracolithique de type occidental et un anthracolithique de type oriental. L'anthracolithique occidental est coupé par plusieurs discordances ; c'est ainsi qu'une discordance angulaire très nette sépare le tournaisien du viséen ; une autre discordance, celle là beaucoup plus faible, se place au milieu du moscovien, enfin une dernière surface de discontinuité, sépare le moscovien supérieur de l'ouralien.

L'anthracolithique oriental présente plus d'uniformité et de continuité ; il n'est pas possible d'y noter des discordances.

Tous les passages s'observent de l'un de ces types à l'autre, à la bordure nord-orientale du pays de Qui Dat. Nous ne parlerons pas ici de ces termes de transition qu'il nous suffit de signaler pour avertir le lecteur.

L'anthracolithique occidental est très fossilifère par opposition à l'autre qui ne l'est pour ainsi dire pas. Voici très brièvement la succession des assises que nous y avons observées avec leurs principaux fossiles.

Le tournaisien lorsqu'il est en continuité avec le dévonien débute par des couches de passage avec réticulaires ; s'il est discordant, c'est par une sorte de poudingue schisteux qu'il commence. Cette dernière formation qui contient quelquefois des fossiles remaniés peut n'être d'ailleurs que très faiblement discordante ou simplement regressive, ce qui est le cas dans la vallée supérieure du Ngan Sau où elle est fossilifère ; ses éléments les plus caractéristiques sont *Brachymetopus* sp., *Schellwienella crenistria* et *Schizophoria resupinata*.

Plus haut et suivant les points, le tournaisien comprend des couches à *Chonetes* à *Productus* cf. *plicatilis* et des schistes gréseux à *Tylothyris* cf. *laminosa*.

Le viséen est beaucoup mieux connu ; il est, comme nous l'avons déjà dit, généralement séparé des formations antérieures par une discordance angulaire très nette.

La plus grande partie de sa masse est constituée par des lydiennes quelquefois avec schistes subordonnés, qui en certains points contiennent des radiolaires. A ces sédiments s'ajoutent assez souvent des calcaires zoogènes dont quelques uns ont une position bien déterminée et en relation très nette avec les phénomènes orogéniques de cette époque.

Les meilleures coupes, et d'ailleurs celles qui intéressent le plus grand nombre de niveaux fossilifères, ont été relevées dans l'anticlinal du Nam Hin Boun.

Les couches inférieures sont des lydiennes avec calcschistes à *Phillipsia* cf. *gemmulifera, Productus undatus* et encrines.

Au-dessus viennent des calcaires récifaux à *Syringopora*, *Lithostrotion*, *Caninia* et *Productus giganteus*, etc..,

Les couches les plus élevées du viséen sont des calcaires à *Phillipsia Eichwaldi* nov. var., *Productus punctatus, P. semireticulatus, Leptaena analoga,* etc. Ce niveau particulièrement riche en fossiles, supporte en concordance le moscovien inférieur.

Dans le moscovien nous avons reconnu deux horizons : l'un marin, l'autre subcontinental, séparés par une légère discordance et une importante phase d'érosion.

Le moscovien marin correspond au westphalien inférieur d'Europe, dont il possède la même faune. Ce sont des calcaires noirs à goniatites et brachiopodes. Les éléments les plus caractéristiques de sa faune sont *Glyphioceras striolatum* (= *Glyphioceras diadema*), *Pronorites, Nomismoceras, Productus punctatus, P. elegans, P. Weberi, Schizophoria resupinata, Pugnax pugnus* et *Spirifer bisulcatus-Strangwaysi*. Le genre *Daraelites,* inconnu antérieurement à nos recherches au-dessous du *permien,* es représenté par une espèce spéciale, abondante dans ce niveau.

Le moscovien supérieur est gréseux, il contient quelques intercalations schisteuses avec débris de plantes, et passe latéralement à des poudingues littoraux.

Une surface d'érosion importante et une faible discordance séparent l'ouralien des sédiments plus anciens.

L'ouralien et le permien sont transgressifs et présentent toujours les mêmes faciès : ce sont des calcaires à fusulines et brachiopodes, avec ou sans phtanites subordonnées.

Grâce à la présence des fusulines, distribuées sporadiquement dans tous les niveaux, nous avons pu identifier les principaux horizons de l'ouralien et du permien.

L'ouralien inférieur est représenté par des calcaires très riches en organismes et contenant, avec *Neofusulinella praecursor, Fusulinella quadrata* et de nombreux brachiopodes, un trilobite : *Griffithides Depéreti* nov. sp. et une goniatite : *Glyphioceras Jacobi* nov. sp. La présence de cette dernière forme est intéressante, car il semblait jusqu'à présent que les véritables *Glyphioceras* ne dépassaient pas le moscovien.

L'ouralien moyen est bien identifié par *Fusulina regularis* et *Fusulina multiseptata*, associés dans des bancs de calcaires gris avec phtanites qui constituent, en outre, un bon gisement de *Productus Cora*.

L'ouralien supérieur souvent riche en brachiopodes contient en outre *Schwagerina princeps* et de nombreux fusulinidés.

L'artinskien est connu par la présence de *Fusulina Douvillei* dans un horizon spécial.

Enfin le permien supérieur a été identifié, au sommet de la série carbonifèrienne, par la présence de *Sumatrina Annae*.

Voilà pour l'anthracolithique du type occidental. Par ses faunes il présente de remarquables affinités avec les formations eurasiatiques et en particulier avec l'Europe et la Sibérie occidentale. La répartition de ses sédiments se fait au sud-ouest d'une ligne passant par le synclinal du Song Ca et la fracture du Rao Nay. Au nord-est de cette ligne il est inconnu.

Sa base (tournaisien) est concordante dans le pays de Qui Dat, dans la dépression du Nam Hung (vallée de l'Houei Cho) et sur l'anticlinal du Nam Hin Boun (vallée supérieure du Nam Tse).

Les poudingues tournaisiens paraissent en relation avec la nappe hercynienne, on les connaît au-dessus et au-dessous.

Parmi les sédiments viséens les lydiennes sont particulièrement développées dans le pays de Qui Dat, sous les masses calcaires qui prolongent ce pays à la traversée du synclinal du Nam Ka Dinh et dans quelques parties des vallées du Nam Nhuong et du Nam Phao, elles se tiennent alors au-dessus du siluro-dévonien de la nappe hercynienne. Les calcaires de cet étage sont surtout développés à la bordure ou au-dessus des éléments anticlinaux, c'est ainsi que les calcaires à *Productus giganteus* se suivent sur presque toute la longueur de l'anticlinal du Nam Hin Boun jusqu'au sud du bassin du Nam Pha Tène, où ils sont probablement remplacés par des calcschistes et des schistes avec lydiennes. Le moscovien inférieur n'existe que dans les régions où sont connus les calcaires du viséen supérieurs à l'horizon à *P. giganteus*.

Quant au moscovien gréseux il constitue tout le flanc occidental de l'anticlinal du Nam Hin Boun et s'avance parfois assez loin sur l'axe de cet élément structural et même au delà ; c'est d'ailleurs près de cet axe que se voient les poudingues littoraux.

Enfin l'ouralo-permien a occupé probablement toute la vallée du Mékong, l'anticlinal du Nam Hin Boun et le synclinal du Nam Ka Dinh ; sur la Cordillère il a transgressé dans la partie occidentale de la dépression du Nam Hung et sur tout le pays de Qui Dat.

Une partie de l'anthracolithique occidental est métamorphisé. Dans l'anticlinal du Nam Hin Boun il est facile de se rendre compte que le métamorphisme a atteint le moscovien, mais n'a pas touché à l'ouralien. Ailleurs il est possible de voir les poudingues tournaisiens métamorphisés ; nulle part l'ouralien n'est métamorphisé. Nous considérons donc, que les granites qui ont causé ce métamorphisme, et dont on voit les affleurements dans la vallée du Nam Pha Tène et dans la Cordillère sont moscoviens.

Voyons maintenant l'anthracolithique du type oriental.

C'est un ensemble de schistes et de grès plus ou moins schisteux, feldspathiques, souvent lustrés, injectés de microgranites filoniens et supportant des coulées de porphyres quartzifères.

Le granite a percé la base de ces formations, mais n'a pas touché aux sédiments les plus élevés. Ici encore ce granite est donc bien anthracolithique, il se peut qu'il soit moscovien comme celui du Nam Hin Boun.

Nous avons essayé de détailler les assises de cette formation schisto-gréseuse, voici dans l'ensemble quels sont les résultats que nous avons obtenus.

La base est très généralement constituée par le poudingue que nous avons reconnu à la partie inférieure du dinantien, puis viennent de grandes épaisseurs de schistes très souvent gris à leur base et généralement violets au-dessus. Ces schistes ont fourni à La Khé des fossiles caractéristiques du viséen, *Phillipsia gemmulifera, Chonetes comoides,* etc... Ces terrains ont été métamorphisés par les granites anthracolithiques.

Au-dessus, viennent des grès ou des grès schisteux et feldspathiques, qui de toute évidence proviennent de la destruction de masses granitiques et non de la destruction de rhyolites ou de microgranites comme nous l'avions crû précédemment. Ces granites seraient donc postérieurs aux schistes violets, dont une partie au moins est viséenne, et antérieurs aux grès feldspathiques ; ils peuvent donc bien être moscoviens.

Quelquefois ces grès manquent ; dans ce cas ils sont remplacés par des coulées de microgranites.

Enfin à leur partie supérieure, ces grès supportent des coulées de rhyolites, lesquelles se voient soit avec des coulées de microgranites, soit au-dessus.

C'est sur cet ensemble raviné, que viennent les poudingues triasiques.

Les deux anthracolithiques, oriental et occidental, n'ont qu'un point de commun : c'est leurs granites. Dans les deux cas on peut dire de ces granites, qu'ils sont sensiblement du même âge, de même qu'ils appartiennent à un même type qui varie un peu du granite monzonitique au granodiorite ; enfin ils sont caractérisés, dans tous les cas, par l'absence d'une série métamorphique importante ; leur auréole est réduite à un contact qui est, soit un microgranite de bordure, souvent avec amphibole, soit des cornéennes ou des quartzites à minéraux ; lorsque, comme dans le pays muong du Nghe An, le métamorphisme intéresse de puissantes masses calcaires la transformation en cipolin n'est jamais entière ; dans la majorité des cas, les calcaires ont recristallisé, sans pour cela qu'il y ait eu formation de minéraux nouveaux.

A partir du viséen, la limite orientale de l'anthracolithiqne du type occidental, constitue, dans les dépressions transversales de la Cordillère, la limite occidentale de l'anthracolithique gréso-schisteux, ailleurs, les deux types d'anthracolithique sont nettement séparés par les massifs cristallins.

L'anthracolithique du type oriental occupe donc tout le géanticlinal du Phou Lai Leng, le synclinal du Song Ca et le versant méridional de l'aire anticlinale du Phou Huat, il est également possible que la mer de cette époque se soit avancée assez loin au nord sur l'emplacement du Golfe du Nghe An.

Pour terminer nous dirons quelques mots sur les particularités intéressantes de la répartition de ce type d'anthracolithique.

La base de ses formations se trouve dans toutes les régions délimitées plus haut ; tandis que les grès feldspathiques font défaut au sud du parallèle de Ha Tinh, sauf aux

abords immédiats de la fracture du Rao Nay. Cette absence coïncide d'ailleurs avec un développement énorme des coulées de microgranites dans tout le massif de la Porte d'Annam, qui est, à notre connaissance, la seule région occupée par cette formation dans le nord de l'Indochine centrale. Les coulées de rhyolites sont, par contre, répandues un peu partout à la surface de l'anthracolithique gréso-schisteux. Enfin une bande de dacites se voit, dans le Golfe du Nghe An, contre l'extrémité sud-est de l'anticlinal du Phou Huat.

3°. — *La série secondaire.*

Les terrains secondaires comprennent le trias et le rhétien.

Le trias débute par une très importante transgression qui paraît s'être produite à la fois sur chacun des versants de la Cordillère. La durée qui sépare l'émersion post-permienne de cette transgression est inconnue, elle est en outre probablement très variable suivant les points. A en juger par l'importance des phénomènes d'érosion qui ont précédé l'arrivée de la mer triasique, elle a dû être très longue. Aucune discordance appréciable ne peut cependant s'observer entre le permien supérieur et les poudingues de base du trias.

Le rhétien débute aussi par des poudingues. De même que le trias, il est transgressif, mais il est, de plus, fortement discordant.

Le trias revêt trois faciès que nous désignons par les noms de : *Faciès bas-laotien*, *faciès annamite* et *schistes violacés du Tran Ninh*. Cette distinction a été faite comme nous le dirons plus tard à la suite de M. Jacob [32].

Nous ne pouvons rien dire au sujet des schistes violacés du Tran Ninh que nous connaissons mal et dont nous n'avons pu comprendre encore les relations avec les deux autres faciès du trias.

Quant aux faciès bas-laotien et annamite, leur différence n'est bien nette que lorsque les sédiments de ce dernier faciès sont des dépôts de mer assez profonde, car les sédiments littoraux et sub-continentaux du faciès annamite sont identiques aux dépôts du faciès bas-laotien. Ce sont, dans les deux cas, des poudingues et des grès surmontés par des argiles rouges gréseuses ou marneuses, suivant les points (terrain rouge). La principale différence de ces deux faciès résulte de leur position par rapports aux éléments structuraux. Alors que le faciès bas-laotien présente les caractères littoraux ou sub-continentaux sur toute son étendue, les mêmes sédiments dans le faciès annamite ne constituent qu'une bordure, jamais très large, limitant vers l'est un golfe plus profond : le golfe du Nghe An, qui se trouvait en communication au nord avec une importante dépression marine, située au pied du versant nord-oriental de l'anticlinal du Phou Huat.

Ces faciès bas-laotien et annamite, isolés aujourd'hui par l'érosion, se reliaient très probablement par les ensellements de la Cordillère, c'est-à-dire par les dépressions du pays de Qui Dat et du Nam Hung.

Les sédiments du faciès bas-laotien n'ont donné, dans cette partie de l'Indochine, qu'un seul gisement de fossiles. Ce gisement découvert dans les marnes rouges du Phou Pha Man dans le Cammon, par M. le commandant Dussault, contient quelques lamellibranches parmi lesquels M. Mansuy a reconnu une espèce appartenant au genre exclusivement triasique : *Pachycardia*.

Les dépôts du faciès annamite sont très fossilifères dans le golfe du Nghe An : nous y avons reconnu la succession suivante :

La base débute toujours par des poudingues qui peuvent, dans la partie axiale du golfe, être attribués entièrement au werfénien, alors qu'en s'approchant de la Cordillère et de la masse du Phou Huat ils sont de moins en moins anciens sans, probablement pour cela, se tenir bien haut dans la série triasique.

Au-dessus des poudingues l'axe du golfe du Nghe An est occupé par une puissante série de calcaires avec intercalations schisteuses, comprenant tout ou la plus grande partie du trias moyen et supérieur.

Le trias moyen, et en particulier le virglorien, est bien développé, il comprend :

A sa base : des calcaires à *Mentzelia Mentzeli*, que surmonte une série peu épaisse de schistes, très riches en céphalopodes pyriteux : parmi ceux-ci nous citerons *Xénodiscus Middlemissi*, *Gymnites* aff. *G. Sankara*, *Norites gondola*, *Danubites Kansa*, *Megaphyllites sandalinus*.

La suite de la série paraît être constituée par des calcaires dans lesquels M. Lantenois a recueilli autrefois plusieurs ammonites et notamment *Ceratites* cf. *superbus*.

Enfin au sommet du virglorien se tiennent des schistes jaunes à *Ceratites trinodosus*.

Au ladinien semblent correspondre des schistes à *Hoernesia* et des schistes gréseux à *Myophoria Goldfussi*.

Quant au trias supérieur, il nous a paru qu'il était constitué par une épaisse série de calcaires à silex, riches en térébratules. Ces calcaires ont été attribués autrefois au lias, puis au callovien [39-43-49-17-18]. Ils reposent normalement sur des grès schisteux bruns avec petits cailloux ferrugineux et sont vraisemblablement recouverts en discordance par le rhétien transgressif.

Les sédiments triasiques sont très répandus. Les poudingues et le terrain rouge se voient dans tous les grands synclinaux situés au sud-ouest de la Cordillère ; puis, dans le synclinal du Song Ca, en différents points du géanticlinal du Phou Lai Leng, sur l'emplacement de la Cordillère et de l'anticlinal du Nam Hin Boun, ils occupent enfin une partie des dépressions du pays de Qui Dat et du Nam Hung, ou de leur prolongement.

Les poudingues et la série calcareo-schisteuse fossilifère, typique du faciès annamite, dont nous avons donné la succession ci-dessus, occupent la partie axiale du golfe du Nghe An. Le trias des régions qui limitent cette zone à l'ouest et au sud, est constitué par des termes de passage du faciès calcareo-schisteux au faciès détritique.

Le rhétien qui, comme nous l'avons déjà dit, est séparé du trias par une discordance angulaire très nette, est essentiellement détritique.

Sur une très grande épaisseur, il est formé par des alternances de poudingues, et de grès bruns et micacés avec schistes.

Il n'est connu dans le golfe du Nghe An qu'à la bordure même du littoral.

Au Laos, le trias est recouvert par des grès rouges ou gris, salifères, à structure parfois entrecroisée, dont l'âge est encore indéterminé. On peut cependant, par suite de leur position au-dessus des terrains du trias, considérer ces grès comme rhétiens ; peut-être s'élèvent-ils aussi un peu plus haut dans la série stratigraphique. Ils sont peu ou pas discordants au-dessus du trias.

Ces grès dits aussi grès supérieurs, sont bien développés dans la plaine du Mékong (surtout au Siam) et dans le synclinal du Nam Ka Dinh.

Des intrusions de gabbros, des ophites et des andésites se placent sans doute à la fin du trias et peut-être même au commencement du rhétien. Au Laos des tufs andésitiques sont intercalés dans les grès supérieurs. En Annam des andésites traversent des brèches tectoniques probablement postriasiques.

4°. — *Les formations récentes.*

Postérieurement au rhétien aucun sédiment marin ne s'est déposé sur la partie de l'Indochine considérée dans ce travail.

Les derniers dépôts connus sont lacustres, ce sont des poudingues très grossiers, des grès et des argiles plus ou moins schisteuses avec lignites. Grâce à leur flore, ces dépôts ont pu être attribués au miopliocène. Ils s'alignent dans le synclinal du Song Ca et le long de la cassure du Rao Nay.

Plus tard, des éruptions basaltiques ont revêtu d'un manteau de laves, certaines parties de la Cordillère et du Phou Huat Ces éruptions ont pu se produire à différentes époques, entre le pliocène supérieur (?) et l'époque actuelle ; l'une d'entre elles est cachée par 3 ou 4 mètres d alluvions récentes.

Résumé.

La série stratigraphique du nord de l'Indochine centrale comprend, au-dessus des schistes cristallins et des granites anté-siluriens, une importante série de sédiments marins qui va du silurien au rhétien.

Le silurien, constitué surtout par des schistes avec quelques grès, contient de nombreux trilobites et des brachiopodes. Par sa faune, il présente des affinités remarquables avec l'Europe centrale et l'Amérique du nord.

Le dévonien comprend : 1°. — une série schisteuse dont la faune présente les mêmes affinités que la faune silurienne ; ces deux formations d'ailleurs sont en continuité de sédimentation. ; 2°. — une série calcareo-schisteuse souvent avec grès à sa partie supérieure. La faune de ce dévonien est à affinités rhénanes, ou encore yunnanaises.

Le silurien et le dévonien schisteux sont charriés, avec les schistes cristallins, sur le dévonien à faciès rhénan.

L'anthraco ithique comprend deux faciès très différents, qui se relient par des termes de passage, au moins à certaines époques.

L'anthracolithique de faciès occidental est surtout calcaire ; il est limité et coupé par une série de discordances, la première, qui n'est pas générale, le sépare du dévonien, la seconde qui intéresse toutes les régions occupées par ce type d'anthracolithique, sépare le tournaisien du viséen ; la troisième sépare le moscovien inférieur marin du moscovien supérieur détritique ; enfin une quatrième est située à la base de la transgression ouralo-permienne. Durant toute la période anthracolithique les affinités faunistiques furent surtout avec l'Europe et la Sibérie occidentale, et d'une façon plus générale avec l'Eurasie.

L'anthracolithique de faciès oriental est gréso-schisteux et très peu fossilifère ; il n'y est connu qu'un seul gisement de fossiles intéressant, dont les affinités sont toujours avec l'Europe. Aucune discordance ne peut s'observer dans cette série anthracolithique, qui débute uniformément par un poudingue. A sa partie supérieure, s'y observent d'importantes coulées de porphyres quartzifères.

Enfin l'anthracolithique des deux faciès est percé dans sa partie moyenne par des intrusions de granite dont le type varie un peu autour d'un granite monzonitique.

Le trias est transgressif sur les formations précédentes, il est littoral ou sub-continental sur les éléments anticlinaux et aussi dans tous les synclinaux situés à l'ouest de la Cordillère; il ne présente des dépôts de mer un peu profonde que dans le golfe du Nghe An. Dans ce cas sa faune, composée en grande partie d'ammonoïdés, présente des affinités aussi bien avec l'Himalaya et le trias alpin qu'avec l'Amérique du Nord et les régions boréales.

Le rhétien est discordant sur le trias, il est toujours détritique.

Quant aux grès salifères du Laos leur âge n'est pas nettement déterminé. Aucune surface nette de discontinuité ne les sépare du terrain rouge.

Des venues de roches vertes se placent soit au trias supérieur soit à la base du rhétien.

Enfin les dernières formations connues eu Indochine sont des sédiments lacustres à lignites d'âge mio-pliocène et des coulées basaltiques relativement récentes.

C. — Les Plissements

Dans les pages précédentes, nous avons montré que les éléments structuraux se groupaient, dans la partie de l'Indochine que nous avons étudiée, suivant les deux directions sud-est nord-ouest et sud-ouest nord-est, qui se recoupent à angle droit.

Nous avons reconnu ainsi: 1°. — des lignes directrices fondamentales qui sont celles des plissements anthracolithiques ou hercyniens ; 2°. — des directions de second ordre, surtout attribuables aux mouvements du début des temps secondaires.

En outre nous avons nommé un certain nombre d'éléments structuraux, les uns hercyniens, les autres mesozoïques, que nous avons situés dans l'espace.

Enfin nous avons donné un aperçu rapide des différents terrains qui entrent dans la constitution de ces régions.

Maintenant, nous allons essayer de nous faire une idée d'ensemble sur la structure de ces régions. Dans ce but nous traiterons séparément :

1°. — La structure des principaux éléments tectoniques ;

2°. — L'âge des mouvements orogéniques ;

3°. — Le plan hercynien et ses modifications au début des temps secondaires.

1°. — *La structure des principaux éléments tectoniques.*

Nous décrirons ces éléments, du sud-ouest au nord-est, c'est-à-dire de la plaine du Mékong au Phou Huat.

La plaine du Mékong, ou encore le synclinal que nous désignons ainsi, est entièrement constituée par des terrains secondaires : trias et grès supérieurs avec intercalations de tufs andésitiques. Ces terrains ne sont pas plissés, ils se relèvent un peu à la bordure de l'anticlinal du Nam Hin Boun contre lequel ils butent assez souvent par faille.

Le bourrelet anticlinal du Nam Hin Boun. — D'une façon générale c'est un vaste bombement de calcaires anthracolithiques, recouvert en quelques points par des sédiments plus récents : trias et grès supérieurs. Quelques ouvertures, creusées par l'érosion, permettent d'y observer des terrains plus anciens. Ces trouées sont peu nombreuses ; néanmoins, elles nous ont fourni des renseignements intéressants que nous résumerons dans la coupe d'ensemble que voici :

Du dévonien énergiquement plissé et concordant avec du tournaisien à *Tylothyris laminosa* supporte, en discordance angulaire très nette, une série peu ou pas plissée, qui commence avec le viséen pour se terminer au lias (grès supérieurs). Cette série coupée de faibles discordances, quelquefois transgressive, d'autres fois regressive, présente la succession suivante :

Le viséen y est généralement constitué par des calcaires récifaux avec *Litosthrotion*, *Syringopora*, *Caninia* et grands *Productus* (*P. giganteus*), reposant en quelques points sur les lydiennes à *Productus undatus* et passant latéralement à des calcaires avec schistes et lydiennes, dans le bassin du Nam Pha Tène et plus au nord-est. Au-dessus, des calcaires à *Phillipsia Eichwaldi* et *Productus semireticulatus* terminent cet étage, qui supporte en concordance les calcaires noirs à *Glyphioceras striolatum ;* cet horizon appartient à la base du moscovien ; une légère discordance et une surface importante d'érosion, le sépare d'un horizon de grès détritiques, avec poudingues littoraux, que nous avons attribué au moscovien supérieur.

Après une nouvelle érosion et une nouvelle discordance peu importante, vient l'ouralo-permien calcaire, épais de plusieurs centaines de mètres ; ses dépôts presque horizontaux en de nombreux points sont fortement ravinés, mais non discordants sous les poudingues triasiques.

Dans la vallée du Nam Pha Tène, des granites et des diorites métamorphisent les grès moscoviens, tandis que l'ouralien n'est pas touché, comme nous l'avons dit précédemment.

Les principales dislocations, qui affectent cet anticlinal, sont des failles parallèles à sa direction ; les plus importantes sont, sans doute, celles qui, dans le haut Nam Tse, sont situées à sa bordure nord-est, elles intéressent toute l'épaisseur des sédiments, jusqu'au sommet du trias ; puis celles du bassin du Nam Pha Tène, dont l'une, la faille du Pha Bo Neng est anté-ouralienne, et les autres probablement secondaires (postriasiques).

Le synclinal du Nam Ka Dinh. — La plaine du Quang Binh mise à part, on ne connaît nulle part, dans tout cet élément structural, des terrains plus anciens que l'anthracolithique.

Le dévonien du Quang Binh énergiquement plissé est nettement discordant sous l'anthracolithique ou le trias presque horizontaux.

La moitié orientale de ce synclinal est faillée en quelques endroits, mais peu plissée. Les seuls mouvements qui s'y remarquent sont des ondulations transversales qui peuvent se grouper en anticlinaux et synclinaux. Dans sa partie médiane, une ride anticlinale, assez importante, se suit en s'accentuant de plus en plus au fur et à mesure qu'elle s'avance au nord-ouest ; en un point, elle est assez accusée pour faire sortir, à la clé de voûte, un peu d'anthracolithique, plus loin, elle se dédouble, et ne tarde pas à se transformer en un faisceau de plis de plus en plus serrés en approchant de la vallée du Nam Sane. Il semble, que dans tous ces plis qui intéressent le cristallin, le paléozoïque et le trias, les grès supérieurs ne se rencontrent pas ; on dirait qu'ils se tiennent en hauteur à leur surface.

Sur ses deux bords des cassures séparent généralement le synclinal du Nam Ka Dinh des anticlinaux qui le limitent.

La Cordillère annamitique. — Nous y avons distingué, un élément anticlinal externe : le géanticlinal du Phou Sao ; un synclinal médian, discernable seulement à chacune de ses extrémités : au nord-ouest c'est le synclinal du Nam Mo, au sud-est il correspond à la dépression qui longe la fracture du Rao Nay ; enfin un anticlinal interne : le géanticlinal du Phou Lai Leng.

Par son bord externe, la Cordillère est en contact anormal avec le synclinal du Nam Ka Dinh, suivant une fracture qui correspond à un léger chevauchement du synclinal par la Cordillère.

Les terrains qui constituent la Cordillère appartiennent à presque toute la série stratigraphique définie précédemment.

Parmi ces terrains nous distinguerons ceux qui sont toujours plissés de ceux qui ne le sont que dans quelques cas, en séparant les granites monzonitique qui ont pu quelquefois résister à la force plissante.

Les terrains qui sont toujours plissés comprennent les schistes cristallins, le silurien, le dévonien et le tournaisien.

Les autres sont l'anthracolithique à partir du viséen et le secondaire : trias et grès supérieurs.

Nous commencerons l'étude structurale de la Cordillère par ces derniers.

Rappelons-nous d'abord que nous avons distingué un anthracolithique occidental, comprenant des calcaires et des lydiennes, et un anthracolithique oriental gréso-schisteux avec coulées de porphyres quartzifères.

L'anthracolithique oriental est toujours plissé avec le trias, transgressif au-dessus.

L'anthracolithique occidental, n'est un peu plissé qu'à sa base dinantienne et dans quelques régions seulement d'ailleurs ; tout le reste : grès moscoviens et calcaires ouralo-permiens, est à peu près horizontal, de même que le secondaire qui vient en transgression au-dessus ; cependant, il faut faire exception pour les sédiments anthracolithiques et triasiques du Rao Cay et d'Hang Rao, qui sont affectés de petits plis dirigés nord-sud ou nord-nord-est sud-sud-ouest ; de même que pour les calcaires de l'anthracolithique supérieur qui sont plissé le long de la fracture du Rao Nay.

Ceci dit, nous allons donner les caractères structuraux de la Cordillère. Nous commencerons par le géanticlinal du Phou Sao que nous prendrons au sud-est par le pays de Qui Dat. Ce pays est une région de terrains paléozoïques dans lesquels nous avons reconnus deux séries de plis antérieurs à l'ouralien : la première constituée par des plis verticaux ou des écailles poussées au sud-ouest affecte le dévonien du type autochtone ou laotien et le tournaisien ; la deuxième comprend des nappes de charriages de faible importance, qui recouvrent les plis précédents et les lydiennes du viséen, celles-ci sont discordantes aussi bien avec les formations qui leur sont plus anciennes, qu'avec celles qui leur sont plus récentes. Les recouvrements du pays de Qui Dat comprennent le dévonien et le dinantien.

Au-dessus de cet ensemble plissé, vient l'ouralo-permien calcaire. Ses dépôts légèrement ondulés ont été, avec tous les terrains antérieurs, affectés de petits plissements, qui se sont traduits par une série d'arcs faiblement tendus et convexes au sud-ouest. Deux sillons, dirigés à peu près normalement aux directions orogéniques du pays de Qui Dat, limitent ce pays sur chacun de ses bords, occidental et oriental ; ces dépressions plus ou moins faillées sont le sillon d'Hang Rao et celui du Rao Cay ; elles sont occupées par de l'anthracolithique supérieur et du trias.

Au nord-ouest les sédiments anté-viséens du pays de Qui Dat s'enfoncent, sur la rive gauche du Rao Nay, sous une carapace épaisse composée, surtout dans cette région, par des schistes cristallins et des granites écrasés.

Cette carapace forme la base d'une nappe de charriage dont la partie supérieure, développée surtout à ses limites septentrionale et occidentale, est formée par les sédiments du siluro-dévonien. Dans la Muong Kam Keut la partie sédimentaire de la nappe déborde les schistes cristallins et vient recouvrir le dévonien autochtone, affecté de plis verticaux, comme celui de Qui Dat. Entre ces deux séries sédimentaires se voient en quelques points les poudingues schisteux du tournaisien.

La couverture immédiate de la nappe comprend à l'ouest, l'anthracolithique du type occidental, et à l'est et au nord, l'anthracolithique gréso-schisteux. Nous laisserons pour le moment ce dernier parce qu'il participe surtout à la constitution du géanticlinal du Phou Lai Leng.

La couverture occidentale de la nappe hercynienne, bien dévoloppée dans la vallée du Nam Nhuong, c'est-à-dire dans la dépression du Nam Hung, comprend d'abord du viséen : lydiennes ou calcaires suivant les points ; quelquefois un peu de grès moscovien ; enfin des calcaires ouralo-permiens et du trias (poudingues et terrain rouge). Ces formations sont séparées entre elles par des surfaces de discontinuité, coïncidant dans certains cas, avec de lègères discordances ; on observe celles-ci : entre le viséen et le moscovien, puis entre le moscovien et l'ouralien. Dans l'ensemble cette couverture anthracolithique et triasique n'est pas plissée.

En poursuivant au nord-ouest nous atteignons les masses granitiques du massif du Phou Sao, qui affleurent au milieu de sédiments peu ou pas métamorphisés. Cet état de choses, qui s'explique par des transgressions pour l'ouralo-permien et le trias, se comprend également pour les sédiments plus anciens à la condition d'admettre des contacts anormaux, par glissements ou même par cassures.

Avec le massif du Phou Sao se termine au nord-ouest le géanticlinal de ce nom.

En plus des granites précités ce géanticlinal présente d'autres affleurements dont les masses les plus importantes ont percé dans la nappe hercynienne et constituent le massif de Dong Hoi.

Ces granites se font remarquer, même lorsqu'aucun contact anormal ne s'y observe, par la réduction de leur auréole métamorphique, ils sont donc intrusifs. Les terrains qu'ils métamorphisent sont le dévonien, les poudingues tournaisiens et la nappe.

Certaines cassures des massifs granitiques et quelques contacts anormaux des sédiments avec les granites, sont marqués par des intrusions de roches basiques.

Le synclinal du Nam Mo est une dépression qui comprend des marbres et des schistes siluro-dévoniens du type annamite, de l'anthracolithique gréso-schisteux, quelques rhyolites du trias à faciès bas-laotien et des schistes violacés du Tran Ninh. D'une manière générale tous ces terrains, sauf le trias bas-laotien, sont plissés et aminés.

Le contact du géanticlinal du Phou Lai Leng avec celui du Phou Sao se fait suivant une ou plusieurs surfaces de discontinuité tectonique. La principale d'entre elles : la cassure du Rao Nay, se développe sur plus de 180 km. de longueur, soit comme fracture, soit comme plan de chevauchement ; on la suit vers le nord-ouest depuis les environs de Badon, sur le littoral, jusqu'au petit massif partiellement cristallin du Nui Ba Mu.

Parallèlement à cette ligne de contact anormal viennent à l'est d'autres plans de chevauchements, dont le plus important va du Ngan Pho au sud, jusqu'au Cao Véou au nord. Ces discontinuités tectoniques ne dépassent pas au nord-ouest la dépression du Nam Hung ; plus loin les étirements qui les avaient occasionnées disparaissent en même temps que se dessine, entre les deux anticlinaux le synclinal du Nam Mo.

Le géanticlinal du Phou-Lai Leng est surtout constiué par l'anthracolithique gréso-schisteux, plus ou moins lustré par des actions dynamiques avec, en substratum, en quelques points, des schistes cristallins, des schistes siluro-dévoniens, et des masses de lydiennes et de calcaires marmorisés supposés dévoniens. L'anthracolithique gréso-schisteux supporte des porphyres quartzifères, qui se développent surtout dans le massif de la Porte d'Annam. Les terrains les plus récents sont les poudingues et le terrain rouge du trias. Enfin les granites percent en de nombreux endroits la base de la série gréso-schisteuse qui est légèrement métamorphisée (quartzites à minéraux, cornes, etc . . . . .).

Tous ces terrains sont affectés de plis disposés le plus souvent en écailles, et poussés au sud-ouest. Les mouvements qui ont produit ces plissements ont été assez violents pour amener en surface des écailles de cristallin complètement laminées.

Ces actions orogéniques se sont atténuées dans la masse même du Phou Lai Leng qui paraît n'avoir été que déformée. En outre dans le massif de Benthuy des cassures importantes dirigées nord-sud semblent indiquer des résistances à des pressions venues du nord-ouest. Des intrusions de roches basiques paraissent souligner, dans les massifs côtiers de Vinh et de Ha Tinh, l'importance des mouvements qui ont affecté ces régions.

Enfin de petits bassins lacustres avec lignites, d'âge probablement miopliocène, jalonnent dans le Huong Khé la fracture du Rao Nay.

Le synclinal du Song Ca. — Cette dépression est occupée par une série sédimentaire qui ne comprend guère que de l'anthracolithique gréso-schisteux accompagné de rhyolites et que revêt un peu de trias.

Tous ces terrains sont plissés. Leurs plis intensement laminés dans la partie nord-ouest du synclinal s'épanouissent plus au sud, pour constituer la Virgation du Nghê An, qui va se raccorder au nord-est avec les arcs du Song Con, alors que ses plis les plus orientaux filant au sud-est, avec des directions indécises, sont affectées de torsions (Nui Thung Giang, Nui Dai Vac, etc...)

Ces plissements paraissent avoir été accompagnés en quelques points par des venues andésitiques.

Des lambeaux de miopliocène lacustre, un peu disloqués, jalonnent la partie occidentale de ce synclinal.

L'aire anticlinale du Phou Huat. —Cet élément structural comprend, un substratum cristallin: gneiss et micaschistes, revêtu par des schistes, des lydiennes, des calcaires marmorisés et des cipolins. Les formations sédimentaires et les cipolins qui appartiennent sans doute au siluro-dévonien sont recouverts, sur le versant sud, par des grès schisteux de l'anthracolithique, quelquefois un peu métamorphisés. Ce métamorphisme est dû à des intrusions de granites monzonitiques, dont de rares affleurements se montrent en quelques points.

Au-dessus de ce paléozoïque, et des rhyolites et des dacites qui le terminent, se voient des dépôts triasiques dont les principaux affleurements sont situés près du littoral. Cette zone de trias qui correspond à un ennoyage de l'anticlinal du Phou Huat, est occupée en partie par des dépôts qui présentent le faciès annamite le plus typique. C'est cette aire d'ennoyage qui constitue, avec la partie orientale du synclinal du Song Ca, le Golfe triasique du Nghê An.

Les sédiments les plus récents de cette région sont rhétiens ; ils sont transgressifs et discordants sur les dépôts précédents, nous savons qu'ils se tiennent, dans le golfe du Nghe An.

Au-dessous du rhétien cette région est affectée de plis disposés en arcs concentriques parallèlement à la terminaison périclinale du Phou Huat. Le principal de ces arcs est formé par le front du chevauchement du Nui Bo Bo. Ce plissement n'est qu'un petit charriage qui correspond au cheminement vers le sud-est de la masse du Phou Huat. Des écailles de granite ramenées de la profondeur jalonnent la surface de discontinuité.

Le chevauchement du Nui Bo Bo est précédé par un petit anticlinal de trias dont le noyau est constitué par du paléozoïque et des dacites, et dans lequel se voient des brèches éruptives et des andésites, probablement contemporaines des mouvements orogéniques.

Ce sont ces arcs que nous avons appelé : *arcs du Song Con* ; ils se réunissent à la virgation du Nghe An, parallèlement à la vallée du Song Ca. Là encore, se remarquent des venues d'andésites, qui paraissent accompagner des surfaces de discontinuité tectonique.

Enfin des éruptions basaltiques assez récentes jalonnent la bissectrice de l'angle du rebroussement que dessine le front de chevauchement du Nui Bo Bo à son extrémité nord-est.

2°. — L'âge des mouvements orogéniques.

Nous allons reprendre maintenant les renseignements capables de nous donner les éléments nécessaires pour dater les différents mouvements orogéniques qui se sont succédé dans la partie de l'Indochine considérée dans ce travail.

Nous ne pouvons rien dire sur les schistes cristallins ; il est à peu près certain qu'ils étaient plissés antérieurement au silurien, mais nous n'avons aucun argument à ce sujet.

Les mouvements hercyniens.

Le plus ancien plissement que nous avons déduit de nos observations, est un *bombement au dévonien supérieur* sur l'emplacement de la Cordillère.

Cependant, comme nous n'avons enregistré de *discordance* très nette qu'*au-dessus du tournaisien*, nous pouvons admettre que les mouvements n'ont acquis une certaine intensité qu'au début du carbonifère.

C'est également du *tournaisien* que date la *mise en place de la nappe* de schistes cristallins et de siluro-dévonien, qui couvre une grande partie de la Cordillère. Nous savons en effet que cette nappe repose sur le dévonien, qu'elle est encadrée par des poudingues schisteux inférieurs au viséen, et qu'elle supporte les sédiments de ce dernier étage.

Le viséen et une grande partie du moscovien correspondent sans doute à des *mouvements de faible amplitude*, caractérisés par de petites discordances et par des migrations marines.

Des mouvements plus importants se placent probablement au *moscovien supérieur* qui paraît correspondre à *l'intrusion* des *granites monzonitiques* et des *granodiorites*.

C'est peut-être encore de cette époque que datent les *chevauchements post-viséens du pays de Qui Dat ;* cependant il est possible aussi que ces mouvements soient un peu plus anciens ; tout ce que nous pouvons dire c'est qu ils sont postérieurs au viséen et antérieurs à la transgression ouralo-permienne.

Avant l'ouralien une phase d'émersion précède, sur le versant occidental de la Cordillère, la transgression de l'anthracolithique supérieur. Les formations de cet âge, partout où elles n'ont pas été affectées par des plissements, qui intéressent également le trias, sont nettement transgressives et discordantes sur les formations plus anciennes.

Ainsi la période orogénique qui avait débuté à la fin du dévonien, était terminée au moment de la transgression ouralienne. Ses mouvements sont presque *entièrement cnotenus* dans le carbonifère inférieur et moyen. Ce sont donc des *mouvements hercyniens.*

Les mouvements secondaires.

Nous verrons plus tard que ces mouvements on dû commencer avec la transgression triasique, mais que leur *phase paroxysmique* date de la *fin du trias,* puisque les dépôts de cet âge sont plissés et discordants sous le rhétien presqu'horizontal. C'est probablement de la phase paroxysmique que datent les venues d'andésites et de roches basiques qui paraissent avoir accompagné les mouvements secondaires.

ESSAI DE SYNCHRONISATION DES FORMATIONS GEOLOGIQUES DANS LE NORD DE L'INDOCHINE CENTRALE

PÉRIODES	ÉTAGES	BORDURE OCCIDENTALE DE LA CHAINE ANNAMITIQUE	CHAINE ANNAMITIQUE			BORDURE ORIENTALE DE LA CHAINE ANNAMITIQUE
			Muong Kam Keut	Chaîne annamitique proprement dite	Pays de Qui Dat	
Tertiaire et Quaternaire	Quaternaire et Pliocène	»	»	Eruptions basaltiques au sud de Napé	»	Eruptions basaltiques de Nghia Hung (Phu Qui)
	Miopliocène	»	»	»	»	Poudingues, grès et marnes à lignites du Song Ca et du Ngan Sau
Jurassique	Rhétien	Grès salifères du Mékong et de Na Kay avec tufs andésitiques intercalés près de leur base	Grès rouges supérieurs	Grès rouges supérieurs	»	Poudingues et grès à anthracite de Bien Son et de My Ly
				(?) Venues de roches vertes		Venues de roches vertes Discordance
Trias	Supérieur Moyen	Grès, argiles et marnes rouges à *Pachycardia*	Grès, argiles et marnes rouges	Grès, argiles et marnes rouges	Grès, argiles et marnes rouges	Calcaires à térébratules Schistes gréseux à *Myophoria Golfussi* Schistes à *Hoernesia* Schistes de Quan Son à *Ceratites trinodosus* Calcaires de Khoa Truong à *Ceratites* cf. *superbus* Schistes de Hoang Mai à *Xenodiscus Middlemissi* Calcaires à *Mentzelia Mentzeli*
	Inférieur	Poudingues	Poudingues	Poudingues	Poudingues d'Hang Rao	Poudingues
Permien		Calcaires à *Sumatrina Annae* Calcaires à *Fusulina Douvillei*		Rhyolites et microgranites	Calcaires à Fusulinidés	Rhyolites et Microgranites
Ouralien		Calcaires à *Schwagerina princeps* Calcaires à *Fusulina regularis* Calcaires à *Neofusulinella praecursor* Calcaires noirs à petits *Productus* et calcaires blancs sans fossiles		Complexe gréso-schisteux souvent lustré (Grès à débris de feldspath)		Complexe gréso-schisteux souvent lustré (Grès à débris de feldspath)

DISCORDANCE

Moscovien	Supérieur	Grès à végétaux et poudingues littoraux	Grès	Complexe gréso-schisteux lydiennes et schistes et grès lustrés	?	Schistes gréseux
		Discordance				
	Inférieur	Calcaires à *Glyphioceras striolatum*			Complexe gréso-schisteux et lydiennes	
Dinantien	Viséen	Calcaires noirs à *Phillipsia Eichwaldi* et *Productus* Calcaire bitumeux à *P. giganteus* et *Caninia* Lydiennes avec schistes et calcaires subordonnés à *P. undatus* et *Phillipsia* cf. *gemmulifera*	Lydiennes et calcaires à *Syringopora*			Schistes violets de La Khé à *Ph. gemmulifera* et *Chonetes comoides*
	Tournaisien	Schistes à *Tylothyris* cf. *laminosa* du Nam Tse	Calcaires à *Martinia glabra*	Schistes à *Productus* aff. *plicatilis*	Calcaires à *Martinia Rouensis*, schistes à *P.* cf. *plicatilis* et schistes à *Ch. Dalmaniana*	Schistes et grès lustrés avec poudingnes de base
Dévonien	Supérieur	Calcschistes noirs à *Atrypa reticularis*	Calcaires laminés avec intercalations schisteuses à Productelles et *Reticularia lineata*.	Poudingues schisteux à *Brachymetopus*	Grès généralement sans fossiles avec minces intercalations schisteuses près du sommet, à *Reticularia elliptica*	Calcaires marmorisés et cipolins du pays Muong du Nghê An
			Calcaires et schistes à *Schyzophoria* cf. *striatula* et *Atrypa desquamata*	Calcaires marmorisés et cipolins	Calcaires et schistes noirs ou roux à *Atrypa desquamata* et *Spirifer pachyrhynchus*	
			Schistes et calcschistes noirs à *Atrypa desquamata* et *Spirifer* cf. *undifer*	Lydiennes		Lydiennes
	Moyen		Calcaires noirs et calcschistes à polypiers, *Stringocephalus Burtini* et *Martinia inflata*	Schistes à ptéropodes.	Calcaires noirs et calschistes à polypiers caractérisés par *Stringocephalus Burtini* et *Martinia inflata*	
			Calcaires à entroques avec *Atrypa aspera* et *Dielasma machrorhynca*	Schistes à Calcéoles.		?
	Inférieur		Calcschistes à *Sieberella Sieberi*	Schistes à *Sp.* cf. *meluens.*	Schistes à *Sieberella Sieberi* Calcaires marno-grumeleux à *Sp.* cf. *carinatus*	
Complexe schisto-gréseux du N. Nhuong				Schistes à *Phacops* aff. *Glockeri*		
Silurien	Gothlandien			Grès à grands trilobites		?
	Ordovicien	?	?	Schistes à *Dalmanites* cf. *socialis* Schistes noirs sans fossiles	?	
Cambrien et Précambrien				Schistes cristallins de la nappe du haut Nam Theun		Schistes cristallins du pays Muong du Nghê An

MISE EN PLACE DES GRANODIORITES

3° Le plan hercynien et ses modifications au début des temps secondaires.

Le plan hercynien.

Il se compose de quatre grandes rides anticlinales sensiblement parallèles, poussées au sud-ouest vers un Avant-pays, et séparées par des synclinaux d'importance variable.

L'Avant-pays, correspondrait à une partie du Siam, du moyen Laos et du centre Annam, sa limite occidentale et nord orientale ne peut être tracée avec précision ; nous verrons plus tard que vers le sud-est, elle devait recouper le littoral à peu de distance au sud de Quang Tri.

En arrière de l'Avant-pays, un premier synclinal constitué par un simple repli, séparait l'Avant-pays du bourrelet anticlinal du Nam Hin Boun. Ce synclinal n'était que l'amorce du *synclinal de la plaine du Mékong* qui devait surtout se développer plus tard. *Le bourrelet anticlinal du Nam Hin Boun*, peu important fut exondé, pendant une courte période, après le moscovien. Il est constitué par des terrains plissés, composés de dévonien et de tournaisien que revêt une importante série presqu'horizontale, allant du viséen aux grès supérieurs. Des intrusions granitiques dans le bassin du Nam Pha Tène, et aussi beaucoup plus au sud-est (Tchépone, QuangTri) comme beaucoup plus au nord-ouest (Nam Sane) ont stabilisé cet élément structural.

Le synclinal du Nam Ka Dinh qui vient en arrière fut, pendant un certain temps, une dépression profonde, située en avant de *la Cordillère*.

Cette dernière est la réunion des deux *géanticlinaux du Phou Sao et du Phou Lai Leng* et du *synclinal du Nam Mo*, celui-ci, aujourd'hui très réduit, se prolongeait peut-être à la fin de la période hercynienne jusqu'à la vallée du Rao Nay.

La partie frontale de la Cordillère (géanticlinal du Phou Sao) comprend : 1° un substratum constitué par des sédiments dévoniens et tournaisiens, plissés et poussés vers l'ouest et le sud-ouest ; 2° une nappe anté-viséenne constituée par du siluro-dévonien, des schistes cristallins et des granites acides ; 3° de petits recouvrements post-viséens et anté-ouraliens.

La partie arrière de la Cordillère (synclinal du Nam Mo et géanticlinal du Phou Lai Leng) est généralement cachée par des sédiments anthracolithiques affectés par des mouvements secondaires. On y observe cependant un peu de silurien et de dévonien du type annamite ; ces sédiments se relient, d'une part au sud-ouest avec la nappe hercynienne, et de l'autre au nord-est avec le Phou Huat.

La Cordillère est solidement consolidée par d'énormes intrusions granitiques qui pendant l'anthracolithique ont percé aussi bien la nappe que son substratum plissé. La répartition de ce cristallin suivant des brachyanticlinaux disposés dans le sens de leur allongement (nord-ouest sud-est) en trois grandes masses séparées par des zones d'ennoyage explique, partiellement, l'existence des ensellements transversaux que constituent le pays de Qui Dat et la dépression du Nam Hung.

Le synclinal du Song Ca et l'*anticlinal du Phou Huat*, font partie du plan hercynien, mais les mouvements qui ont affecté ces éléments par la suite, n'ont plus laissé grande chose des plissements plus anciens, en dehors de leur direction générale et de leur profil d'ensemble.

Les déformations secondaires.

Sous l'influence des plissements secondaires, l'ensemble du nord de l'Indochine centrale a subi des modifications qui se ramènent à des déformations du plan hercynien suivant un ensemble de plis qui peuvent tous se ranger dans un système d'arcs convexes au sud-est. Ces arcs se raccordent suivant plusieurs virgations parallèles entre elles et parallèles aux directions orogéniques hercyniennes (voir carte n° 3).

L'intensité des plissements secondaires diminue quand on s'éloigne du Phou Huat dans la direction de l'Avant-pays hercynien, de même que les arcs ne sont entiers qu'autour de la terminaison périclinale sud-est du Phou Huat.

Nous ne connaissons des virgations, qu'à l'aile droite de ce système d'arcs. D'une manière générale, elles sont situées dans les grands synclinaux ou à leur bordure, et sont séparées par les grandes masses anticlinales hercyniennes ; par contre les anticlinaux sont recoupés par des arcs plissés.

Nous avons distingué ainsi trois virgations : la virgation du Cammon, celle des massifs côtiers et celle du Nghe An.

La virgation du Cammon, peu importante comprend les plis du synclinal du Nam Ka Dinh et se raccorde avec les segments d'arcs qui traversent la Cordillère, dans la vallée du Rao Cay, à Hang Rao et au sud du massif cristallin de Dong Hoi. Peut-être conviendrait-il de rattacher à cette virgation, une certaine accentuation de la dépression du Nam Hung, dans la partie intéressant le front de la Cordillère.

La virgation des massifs côtiers est beaucoup plus importante. Elle s'arrache de la Cordillère, à peu de distance du synclinal du Song Ca, dans le massif du Cao Véou, et ne tarde pas à se raccorder avec un faisceau de plis et de cassures qui vont en divergeant, après s'être incurvés vers l'est ou l'est sud-est ; ces segments d'arcs ont leurs éléments anticlinaux dans les massifs de Benthuy, du Cap Dan (sud d'Ha Tinh) et de la Porte d'Annam.Ces plis intéressent la partie méridionale du Phou Lai Leng qui paraît avoir glissé le long du Phou Sao, en le chevauchant plus ou moins, suivant une surface de discontinuité qui n'est autre que la fracture du Rao Nay.

La virgation du Nghe An, écrasée dans le synclinal du Song Ca, entre le Phou Huat et le Phou Lai Leng, tordue entre ce dernier et le massif de Khé Chay, se raccorde suivant plusieurs faisceaux aux arcs du Song Con et au chevauchement du Nui Bo Bo.

Le nord de l'Indochine centrale après les mouvements secondaires, avec ses arcs et ses virgations donne l'impression d'une région en grande partie rigide, qui se serait plissée sous l'influence de poussées, agissant inégalement en direction du sud-est.

TROISIÈME PARTIE

STRATIGRAPHIE

Introduction.

Les terrains sédimentaires reconnus dans l'Indochine centrale comprennent, au-dessus du cristallophyllien, un ensemble de formations paléozoïques et mésozoïques qui s'étend du silurien au rhétien. Postérieurement à cette dernière époque, quelques lambeaux de mio-pliocène lacustre représentent les derniers sédiments de quelque importance ayant recouvert cette partie de l'Indochine.

Disons tout de suite, que les coupures que nous allons introduire dans cette série stratigraphique n'auront pas toujours une valeur égale, les plissements intenses qui séparent le carbonifère inférieur des terrains plus récents, nous ont obligé dans de nombreux cas à nous servir presque exclusivement de l'argument paléontologique ; cet argument même n'a souvent pu être utilisé que par approximation : le mauvais état de conservation des fossiles n'autorisant pas des déterminations absolues ; cependant, l'abondance des matériaux recueillis et la somme des indications de même nature qu'ils fournissent, autorisent et justifient l'interprétation stratigraphique que nous en avons déduite.

A partir du viséen, les choses apparaissent plus nettement, surtout au Laos et dans la Chaîne annamitique. A l'est, en particulier dans le pays Muong du Nghe An, des mouvements mésozoïques violents ont bien occasionné des renversements, des étirements et même des contacts anormaux sans cependant pour cela, nuire beaucoup la reconstitution des faits stratigraphiques.

Les résultats que nous avons obtenus sont resumés dans le tableau ci-après, qui donne, avec l'échelle stratigraphique des terrains, l'age probable des formations cristallophylliennes et celui des roches cristallines.

L'exposé qui suivra sera la justification des conclusions adoptées dans ce tableau. Il comprendra :

1°. — L'historique très bref des découvertes paléontologiques avant 1923.

2°. — L'étude de chacune des formations sédimentaires et cristallophylliennes, dans l'ordre géographique du tableau, c'est-à-dire :

A) Bordure occidentale de la Chaîne annamitique ;

B) Chaîne annamitique;

C) Bordure orientale de la Chaîne annamitique ;

Dans ce chapitre la valeur stratigraphique des fossiles sera discutée. (1)

3°. — L'étude des roches cristallines considérée au point de vue géologique.

4°. — Quelques observations sur les relations qui existent entre la stratigraphie et les mouvements orogéniques, dans cette partie de l'Indochine.

---

(1) La description des fossiles cités dans cet ouvrage fera l'objet de plusieurs études qui ne pourront être publiées qu'après la révision, en Europe, des formes que l'insuffisance bibliographique du Service Géologique de l'Indochine ne nous a pas permis de déterminer avec certitude.

Nous comptons faire cette revision dans le courant de l'hiver 1927-28.

CHAPITRE I

APERÇU HISTORIQUE

Nous ne ferons état ici que des découvertes ayant un caractère d'authenticité reconnu.

a) Dévonien et tournaisien.

Les plus anciens fossiles recueillis dans le nord de l'Indochine centrale, proviennent du pays de Qui Dat.

Cette découverte, due au Capitaine Laval, du Service Géographique de l'Indochine comprend un certain nombre de formes déterminées par M. Mansuy [40] qui en a donné la liste suivante :

Cyathophyllum Lavali Mansuy
— *annamiticum* Mansuy
Michelinia Ronensis Mansuy
Thecostegites cf. *Bouchardi* Michelin
Heliolites porosa M. E. et H.
Martinia inflata Schnur
Athyris Ronensis Mansuy
Atrypa desquamata Sow.

Placés par M. Mansuy dans l'eifélien et considérés par M. Deprat comme une faune de passage du dévonien moyen au dévonien supérieur, ces fossiles, appartiennent en réalité à plusieurs gisements et aussi à plusieurs horizons. D'après les renseignements que nous avons pu recueillir, quelques-uns auraient été trouvés près de Cat Dang Sach (sud-ouest de Qui Dat) et d'autres au nord du col de Meu Gia. Les recherches faites dans le but de retrouver ces gisements, nous ont permis seulement de ramasser, dans un ruisseau du versant nord du col de Meu Gia, un fragment roulé de calcaire roux contenant des débris de fossiles ; ce calcaire identique à celui qui, à peu distance de là, nous a livré *Atrypa desquamata* et *Spirifer* cf. *pachyrhynchus* se placerait donc à la base du dévonien supérieur.

Quant aux autres fossiles : les anthozoaires et *Martinia inflata* ils appartiennent sans doute à un même horizon du dévonien moyen reconnu dans la même région ; par contre *Martinia* (non *Athyris*) *Ronensis*, forme très spéciale se placerait à la base du carbonifère; nous sommes arrivé à cette conclusion grâce à la découverte, toujours dans le pays de Qui Dat, d'un autre gisement de cette espèce qui, nous le verrons plus loin, est extrêmement voisine de *M. Chidruensis* et de *M. Wharti* du carbonifère supérieur de la Salt Range.

En résumé, les fossiles découverts par le Capitaine Laval peuvent se répartir de la façon suivante :

3. Tournaisien (?) :	*Martinia Ronensis* Mansuy
2. Dévonien supérieur :	*Atrypa desquamata* Sow.
1. Dévonien moyen :	*Cyathophyllum Lavali* Mansuy
	— *annamiticum* Mansuy
	Michelinia Ronensis Mansuy
	Thecostegites cf. *Bouchardi* Michelin
	Heliolites porosa M. E. et H.
	Martinia inflata Schnur

b) *Viséen.*

Le viséen fut découvert à peu près à la même époque au nord du pays de Qui Dat par M. Deprat, qui recueillit dans des schistes violets, que nous avons retrouvés depuis, des pygidiums de trilobites attribués par M. Mansuy à une espèce nouvelle : *Phillipsia propinqua* voisine de *Ph. gemmulifera* Phillips du viséen d'Europe [40].

Nous eûmes l'occasion de revoir l'espèce de M. Deprat et de la comparer avec de meilleures figures que celle dont disposait M. Mansuy. Nous avons pu nous assurer ainsi qu'il y avait identité absolue entre le *Phillipsia gemmulifera* d'Europe et la forme annamite : *Phillipsia propinqua.*

c) *Ouralien et permien.*

Nous arrivons maintenant aux belles découvertes de M. Dussault dans la province du Cammon (Laos).

Les calcaires à fusulinidés du Laos étaient déjà connus par les découvertes des anciens explorateurs, en particulier de M. Lantenois ; mais c'est à M. Dussault que devait échoir l'honneur de la découverte des plus riches faunes de brachiopodes ouraliens de l'Indochine.

Ces faunes, recueillies dans plusieurs gisements situés principalement aux environs de Kam Keut, ont été magistralement étudiées par M. Mansuy [41]. Les comparaisons faites par cet auteur lui ont permis de constater des affinités plus grandes avec les faunes ouralo-permiennes des Monts Ourals qu'avec celles de l'Himalaya et de la Salt Range.

Malheureusement les coupures stratigraphiques introduites dans ces calcaires par M. Deprat d'après les fusulinidés ne peuvent être retenues; et la répartition en horizons, tant des faunes de fusulinidés, que des faunes de brachiopodes et autres invertébrés, reste à faire.

d) Trias.

C'est encore à M. Dussault que nous devons la découverte de l'unique faune connue, jusqu'à présent, dans les grès secondaires du Cammon.

C'est dans les marnes rouges de la partie moyenne de cette formation qu'a été recueillie au Phou Pha Man, dans le Muong Kam Keut, la faune dont nous donnons la liste ci-dessous d'après les déterminations de M. Mansuy [43].

Trigonodus sp.
Anodontophora patarkuliensis Diener
Pachycardia rudis Mansuy
Cyprina
Pleuromya (Myacites) structurata Mansuy

Dans cette liste, composée surtout de formes nouvelles ou peu caractéristiques, nous ne retiendrons que le genre *Pachycardia* dont l'âge triasique est certain : aucun individu de ce genre n'ayant été récolté jusqu'à présent en dehors du trias.

Pour terminer, nous dirons quelques mots sur les découvertes de trias marin fossilifère dans le nord-est du Nghè An, en nous plaçant surtout au point de vue paléontologique ; la discussion des coupes, d'après les interprétations de M. Deprat, ne pouvant pas toujours être faite.

Les calcaires avec schistes subordonnés de cette région ont fourni à MM. Lantenois, Deprat et Jacob, les gisements suivants attribués par M. Mansuy au trias moyen.

1. — Schistes sous-jacents aux calcaires de Quan Moc, à 3 kilomètres an nord de la gare de Hoang Mai (gisement exploré par M. Jacob.)

Balatonites cf. arietiformis Mojs.

2. — Base des calcaires de Quan Moc, près de la gare de Hoang Mai (gisement exploré par M. Deprat). [40]

Mentzelia Lantenoisi Mansuy
Loxonema sp.
Promathildia sp.
Chemnitzia orientalis Mansuy
Worthenia annamensis Mansuy

3. — Calcaire de Quan Son, à 12 kilomètres au nord nord-ouest de Hoang Mai (gisement exploré par M. Lantenois). [40]

Dinarites Deprati Mansuy
Cuccoceras annamiticum Mansuy
Ceratites Phat Mansuy
Balatonites Lemoinei Mansuy
Celtites cf. *ovalis* Waagen
Ptychites sp.
Orthoceras cf. *campanile* Mojs.

Nous avons eu l'occasion de revoir le premier de ces gisements et nous avons été assez heureux pour y recueillir une faunule d'ammonites pyriteuses dont il sera question plus loin. Nos découvertes confirment l'âge virglorien attribué par M. Mansuy à ce niveau.

N'étant pas suffisamment renseigné sur l'emplacement du gisement des calcaires de Quan Moc, nous n'avons pas pu le retrouver, mais nous avons constaté à la base des calcaires triasiques des environs de Khoa Truong, la présence d'un horizon à gastropodes et brachiopodes siliceux semblable à celui de M. Deprat.

Nous n'avons recueilli dans ce niveau qu'un fossile pour lequel une détermination précise nous a été impossible ; c'est un petit brachiopode appartenant au genre *Retzia*.

De la liste des fossiles donnée par M. Mansuy pour le gisement des calcaires de Quan Moc, nous ne retiendrons qu'une seule espèce *Mentzelia Lantenoisi* Mansuy.

Cette espèce a été revue par M. Patte et par nous même, elle n'est pas différente de la forme du Wellenkalk : *Mentzelia Mentzeli* Dunk. Ce sera donc la dénomination que nous appliquerons désormais à ce fossile de Quan Moc.

D'après M. Hang, cette forme est l'une des plus caractéristiques du virglorien européen ; à Recoaro, elle caractérise un niveau de la base de cet étage. Nous considérons donc les calcaires à fossiles siliceux de Quan Moc et, par analogie, ceux de Khoa Truong comme appartenant au virglorien inférieur.

Quant aux calcaires de Quan Son, nous ignorons la position des gisements.

D'après les renseignements que nous possèdons, les fossiles cités de ce niveau proviendraient de deux gisements ; l'un, calcaire, serait situé près de Khoa Truong et le second, schisteux, se trouverait du côté de la recherche minière de Quan Son.

Les fossiles de Khoa Truong doivent normalement appartenir à un niveau supérieur à celui qui a donné des *Retzia*, puisque ce dernier comprend les couches calcaires les plus basses de la région.

Les schistes gréseux jaunes de Quan Son sont d'après M. Deprat, supérieurs aux calcaires de Khoa Truong, mais le fait ne peut être établi par la stratigraphie. Près de la recherche minière, les calcaires, qui pendent au nord-est, reposent en contact anormal, par l'intermédiaire d'une brèche métallisée par place, sur des schistes jaunes parfois un peu gréseux, avec lits calcaires subordonnés, qui paraissent pendre en sens inverse. Comme nous admettons volontiers que ce sont ces schistes qui ont donné des fossiles, nous pourrions considérer que la question reste à résoudre si la présence de *Ceratites trinodosus* dans les schistes de Quan Son, et son absence dans les calcaires de Khoa Truong, ainsi que la forme plus archaïque de certains genres de ce dernier niveau, ne nous incitaient pas à considérer les schistes de Quan Son comme supérieurs aux calcaires.

Quoiqu'il en soit de la position stratigraphique des gisements de Khoa Truong et de Quan Son, nous allons voir par un rapide examen de leurs faunes qu'ils appartiennent à un même horizon paléontologique.

C'est à la suite de nos découvertes dans le gisement de Hoang Mai, que nous avons été amené à faire une révision des faunes de Quan Son, et à les répartir en deux listes, ce qui était facile, à l'aide des gangues. La liste fournie par M. Mansuy, qui comprenait indifféremment les fossiles de Khoa Truong et ceux de Quan Son, ne

contenant guère que des espèces nouvelles, dont on ne pouvait tirer aucun renseignement précis, imposait aussi cette revision.

Les résultats, que nous avons obtenus ainsi, sont consignés dans les listes ci-après établies par gisement, avec en regard de nos déterminations, les noms donnés par M. Mansuy.

1° — Calcaires noirs avec taches jaunâtres de Khoa Truong.
Ceratites cf. *superbus* Mojs. (= *Balatonites Lemoinei* Mansuy)
Ceratites (?) *Varisci* Mojs. (= *Celtites* cf. *ovalis* Waagen).
Dinarites (?) *Deprati* Mansuy (= *Dinarites Deprati* Mansuy)
Cuccoceras cf. *Yoga* Diener
— *annamiticum* Mansuy
Meekoceras sp.
Orthoceras cf. *campanile* Mojs.

2° — Schistes gréseux jaunes de Quan Son.
Ceratites trinodosus Mojs. (= *C. Phat* Mansuy)
Meekoceras Reuttense Beyrich (= *Meekoceras* sp.)

Ces listes sont très homogènes.

Les schistes de Quan Son, qui contiennent deux espèces du virglorien supérieur, dont *Ceratites trinodosus*, qui a donné son nom à cette zone supérieure du virglorien, sont bien datés.

La faune des calcaires de Khoa Truong, comprend une espèce qui paraît identique à une forme du virglorien supérieur : *Ceratites* (?) *Varisci* Mojs., mais l'absence de lignes suturales nous oblige à une certaine reserve au sujet de sa détermination générique.

Une deuxième espèce : *Ceratites* cf. *superbus* Mojs. présente bien les caractères extérieurs de la forme du virglorien supérieur des Alpes, à laquelle nous l'avons comparée, mais l'unique échantillon qui a été recueilli est trop incomplet pour autoriser une détermination ferme.

Nous ne dirons rien des autres fossiles, si ce n'est que par leurs affinités ou par les comparaisons auxquelles il se prêtent, ils paraissent bien appartenir au virglorien, peut être à la base du niveau à *Ceratites trinodosus*.

CHAPITRE II

LES FORMATIONS GÉOLOGIQUES

CAMBRIEN ET PRECAMBRIEN

A. — Bordure occidentale de la Chaîne annamitique.

Aucune formation attribuable à ces périodes géologiques n'est connue dans cette partie de l'Indochine centrale.

B. et C. — La Chaîne annamitique et sa bordure orientale.

Nous allons donner ici quelques indications sur les formations qui paraissent être les plus anciennes.

Ce sont des schistes cristallins et des granites ; nous les connaissons dans la Chaîne annamitique actuelle où ils constituent la nappe du haut Nam Theun ; avec plus de doute nous attribuons à la même époque le socle cristallophyllien du pays Muong du Nghe An, qui est la terminaison sud occidentale du Phou Huat.

Ce vieux matériel qui est recouvert par les sédiments non métamorphisés de l'ordovicien est nettement anté-silurien ; c'est là tout ce qu'il est possible de dire au sujet de son âge, il peut donc être cambrien et précambrien ou seulement précambrien.

La coupe la plus complète que nous ayons pu relever dans ce complèxe cristallin, nous a été fournie par la piste qui, de Ban Ta Pei Pan sur le Nam Theun, conduit à Trung Thanh (Trai Tru) dans le Ha tinh, suivant un trajet nord-est, après avoir franchi le faîte annamitique au col de Dinh Thuat (Fig. 2).

Dans cette région, sur une distance transversale de près de 40 kilomètres, la Chaîne annamitique est presque entièrement constituée par une nappe de schistes cristallins. Cette nappe, coupée de failles, est injectée de granite porphyroïde passant à des granodiorites.

Sans insister sur la position tectonique de ces schistes cristallins, qui sera étudiée dans un chapitre spécial, nous dirons cependant que ce complexe cristallin dessine une voûte faiblement inclinée plongeant au nord-est sous les schistes et grès du silurien de la nappe du Nam Nhuong.

Le substratum de ce complexe, visible sur le versant annamitique de la Chaîne, est constitué surtout par des grès et des schistes très plissés, injectés de pegmatites ; en quelques points, cette série sédimentaire que nous attribuons au dévonien supérieur

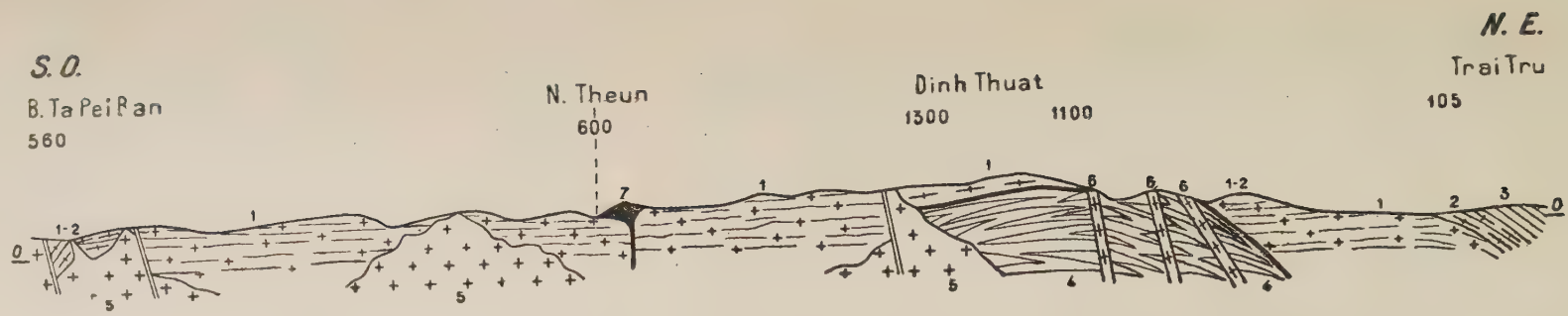


FIG. 2. — *Coupe de la Chaîne annamitique entre B. Ta Pei Pan et Trai Tru.*

Echelle : 1/200.000

Légende : 1. Base du complexe cristallin (granite écrasé et gneiss); 2. Partie supérieure du complexe cristallin (micaschistes etc...) ; 3. Schistes et grès du silurien ; 4. Schistes et grès probablement dévoniens ; 5. Granite ; 6. Filons de pegmatite ; 7. Basaltes récents.

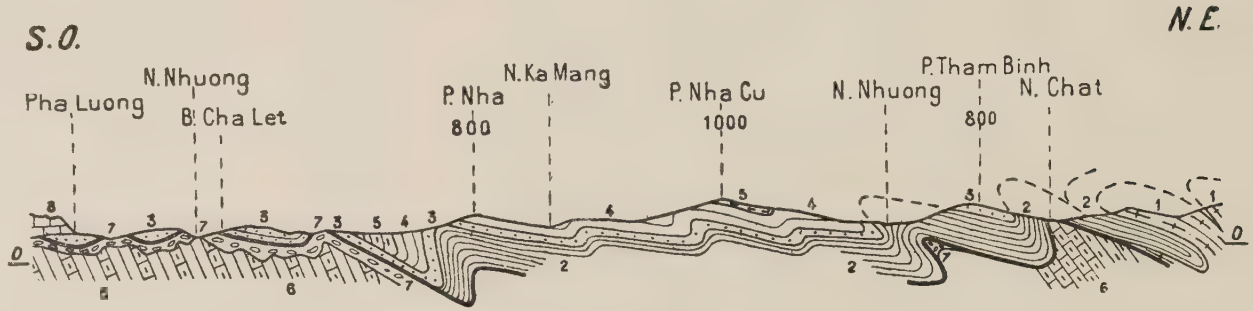


FIG. 3. — *Coupe du siluro-dévonien du Nam Nhuong, passant par B. Cha Let*

Echelle : 1/160.000

Légende : TERRAINS CHARRIÉS : 1. Schistes cristallins ; 2. Ordovicien schisteux ; 3. Grès à empreintes de grandes trilobites ; 4. Gothlandien ; 5. Dévonien.
TERRAINS AUTOCHTONES : 6. Dévonien ; 7. Poudingues tournaisiens ; 8. Ouralien.

se termine par un poudingue schisteux dont les galets sont quelquefois des fossiles paléozoïques roulés (sans doute dévoniens).

La constitution de la nappe cristalline au-dessus de cet autochtone comprend généralement : des granites très écrasés avec brèches, contenant parfois des minéraux de néoformation, des gneiss souvent riches en minéraux, des micaschistes, des cornes, et même des quartzites micacés ; ces dernières roches, assez rares dans la région de Dinh Thuat,sont beaucoup plus fréquentes au nord-ouest vers B. Onn : dans cette région l'abaissement transversal, déterminé par la dépression du Nam Hung, ne laisse le plus souvent affleurer que les parties les plus élevées des schistes cristallins, c'est-à-dire les cornes et les quartzites métamorphiques.

Toutes ces formations, étirées et laminées, admettent des suppressions de séries, mais reposent généralement en succession normale ; des plis couchés et empilés s'y observent aussi, mais plus rarement.

Dans la Chaîne annamitique, ces schistes cristallins affleurent suivant une surface grossièrement elliptique dont le grand axe est dirigé nord 45° ouest, depuis Ban Sone dans le pays Kha du Quang Binh, jusqu'un peu au delà de B. Onn sur le Nam Chat.

A l'ouest, au nord et à l'est, ce cristallin s'ennoye sous les sédiments siluro-dévoniens ; au sud, il vient se relever sur les granites et le dévonien du pays de Qui Dat.

Dans le pays Muong du Nghe An, la délimitation du cristallophyllien est plus difficile à déterminer, ses affleurements sont plus restreints ; ces formations étant généralement recouvertes par des schistes, des lydiennes et des calcaires marmorisés du paléozoïque et quelquefois aussi par des sédiments du trias. On peut admettre cependant, qu'au sud-ouest les schistes cristallins débordent le Song Ca pour venir se relier à ceux de la Chaîne annamitique; tandis qu'à l'est ils ne dépassent pas le Song Con ; au nord leur limite nous est inconnue, tout ce qu'il est possible de dire c'est qu'ils se rattachent aux gneiss et micaschistes de l'auréole du Phou Huat signalés par M. Jacob [30 page 68].

SILURIEN

A — Bordure occidentale de la Chaîne annamitique

Le silurien est inconnu dans cette partie de l'Indochine centrale.

B. — Chaîne annamitique.

Le silurien, qui fait aussi partie d'une série charriée, occupe une assez grande étendue dans la Chaîne annamitique, mais ce n'est que dans la province de Cammon (Laos) au nord du 18e degré de latitude nord qu'il s'est montré fossilifère.

a) *Limites inférieure et supérieure.*

Sa limite inférieure est donnée par les schistes cristallins de la nappe du haut Nam Theun; quant à sa limite supérieure il est encore impossible de la fixer, il y a, ou il paraît y avoir, passage du gothlandien au dévonien.

b) *Divisions du silurien.*

La plupart des coupures qui pourraient être faites dans le silurien ne seraient basées que sur des différences, d'ailleurs souvent peu importantes, de faciès, elles risqueraient donc de n'avoir aucune valeur réelle ; les renversements et les étirements amenant des suppressions de séries, qui peuvent conduire à des interprétations stratigraphiques erronées, étant fréquents dans les régions où le silurien existe.

Seule, la limite de l'ordovicien et du gothlandien peut être tracée avec assez d'exactitude.

Partout où nous connaissons des affleurements certains de silurien, il est aisé de constater l'existence d'un niveau constant de grès, le plus souvent ferrugineux et micacés. Ces grès, comme nous allons le voir bientôt, se placent, pour des raisons tant stratigraphiques que paléontologiques, au sommet de l'ordovicien.

Voyons d'abord le point de vue stratigraphique ; la coupe du Phou Kong Keo dans le bassin du Nam Nhuong nous fournira les renseignements nécessaires (Fig. 4).

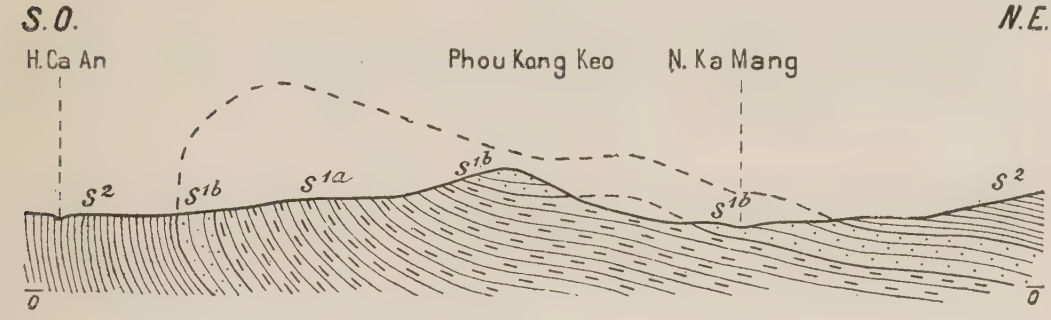


Fig. 4. — *Coupe du Phou Kong Keo.*

Échelle : 1/50.000

Légende : S^{1a}. Schistes à *Dalmanites* cf. *socialis* Barr. ; S^{1b}. Grès à empreintes de grands trilobites ; S^{2}. Schistes gothlandiens.

Dans le Phou Kong Keo, des grès micacés contenant des empreintes de grands trilobites sont ployés en anticlinal déversé au sud-ouest ; le noyau de cet anticlinal, bien visible dans la vallée supérieure de l'Houei Ca An, se montre constitué par des schistes micacés clairs, jaunes ou roses, qui contiennent par place des débris de trilobites ; c'est là même que j'ai recueilli le jeune individu de *Dalmanites* cf. *socialis* Barr., forme de l'ordovicien de Bohême, qui permet d'attribuer sans aucune doute ces schistes à la partie inférieure du silurien.

Les flancs de l'anticlinal sont constitués de chaque côté et par conséquent au-dessus des grès micacés, par des schistes bien voisins des schistes ordoviciens; mais cependant de teintes plus variées, et rarement micacés. Ces schistes qui ne sont pas fossilifères ici, m'ont livré, sur le prolongement même de l'anticlinal, des fossiles attribuables à tous les niveaux du gothlandien.

Ainsi par leur position entre les couches à *Dalmanites* cf. *socialis* espèce connue dans tout l'ordovicien, et des schistes contenant des formes du gothlandien, les grès micacés et ferrugineux à empreintes de grands trilobites paraissent se placer au sommet de l'ordovicien.

Par ailleurs, ces grès sont identiques, lithologiquement, aux grès à asaphidés reconnus près de Dong Son dans le Nord-Annam par M.Jacob,et les empreintes de grands trilobites malheureusement indéterminables qu'ils contiennent, se laissent comparer par l'importance de leurs restes aux grands asaphidés de Dong Son. Or l'étude de la faune de Dong Son faite par M.Mansuy [49] montre que ces grès appartiennent à un niveau élevé de l'ordovicien, plusieurs espèces sont des formes de passage de l'ordovicien au gothlandien et l'une d'elles, un lamellibranche, *Cypricardinia prisca* Mansuy, appartient à un genre inconnu jusqu'à présent au-dessous du gothlandien. Enfin, si l'on admet l'identité des grès de Dong Son et du Nam Nhuong, la présence au Laos dans cette formation d'un petit anthozoaire, qui ne paraît par différent *d'Aulacophyllum mitratum* M. E. et H. du gothlandien, nous autorise encore à ranger ces grès dans l'ordovicien tout à fait supérieur.

La disposition d'ensemble du silurien, sur les deux versants de la Chaîne annamitique, est donnée dans les coupes (Fig. 2 et 3 page 75).

Avant de pénétrer dans le détail des assises siluriennes, voici la coupe générale de ces formations telle qu'elle résulte de nos observations sur le terrain et de nos déterminations paléontologiques.

DÉVONIEN

GOTHLANDIEN
6. Schistes roses à *Spirifer* cf. *metuens* Barr.
5. Schistes généralement versicolores à *Spirifer* aff. *S. Eudora* Hall
4. Schistes noirs ou violacés à *Phacops* aff. *P. Glockeri* Barr.

ORDOVICIEN
3. Grès à grands trilobites
2. Schistes à *Dalmanites* cf. *socialis* Barr. et *Heterocrinus*
1. Schistes noirs très durs sans fossiles

SCHISTES CRISTALLINS DE LA NAPPE HERCYNIENNE DU HAUT NAM THEUN

c) Coupes.

C'est sur le Nam Phao de Napé et sur la route provinciale, qui de cette localité se rend à Thakhek, que nous avons relevé les meilleures coupes dans le silurien.

Le contact de l'ordovicien et du cristallin s'observe un peu en aval de Napé sur les berges du Nam Phao ; dans cette région le passage du granite aux schistes micacés de la base du silurien, se fait par l'intermédiaire d'une zone assez épaisse de micaschistes œillés qui plongent verticalememt au nord-est. Cette zone est hachée de cassures parallèles que remplissent du quartz, du granite à mica blanc et de la pegmatite ; quelques sources sulfureuses soulignent encore l'allure anormale de ce contact.

Une coupe plus intéressante est fournie par la route provinciale et le lit du Nam Phao, aux abords du confluent de l'Houei Co Peng. La plupart des fossiles que nous avons recueillis proviennent de cette région, c'est pourquoi, malgré la complexité des mouvements dans le pays, nous croyons utile de donner cette coupe.

Nous sommes ici sur le prolongement sud-est de l'anticlinal du Phou Kong Keo plus couché et plus étiré que dans la vallée du Nam Nhuong.

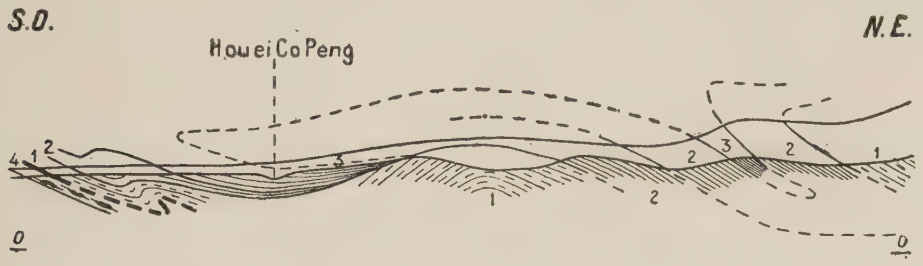


Fig. 5. — *Coupe du Nam Phao aux abords du confluent de l'Houei Co Peng.*

Echelle : 1/40.000

Légende : 1. Schistes ordoviciens ; 2. Partie inférieure et moyenne des schistes gothlandiens ; 3. Partie supérieure des schistes gothlandiens ; 4. Poudingues schisteux probablement tournaisiens.

La série sédimentaire avec ses répétitions est la suivante ;

1. — Schistes jaunes micacés sans fossiles.

2. — Schistes versicolores ou violacés contenant quelques débris de fossiles.

Phacops ou *Dalmanites*

Gomphoceras sp.

3. — Schistes roses dans lesquels j'ai recueilli :

Stropheodonta cf. *Schuchertanum* Clarke

2. — Schistes versicolores ou violacés à fossiles indéterminables : les mèmes que précédemment (2).

1. — Schistes jaunes micacés avec parties plus gréseuses, qui m'ont livré une faune assez abondante mais malheureusement très brisée.

Aristocystidae.
Heterocrinus aff. *H. heterodactylus* Hall
Orthis cf. *sinuata* Hall
Stenochisma lamellata Hall
Bellerophon aff. *B. bilobatus* Sow.
Tellinomya cf. *pulchella* Clarke
Dalmanites (?)

3. — Schistes roses dans lesquels j'ai reconnu :
Stropheodonta cf. *Schuchertanum* Clarke
Spirifer cf. *metuens* Barr. = *Sp. elevatus* Dalman in Frech non in Davidson

2. — Schistes jaunes et schistes versicolores m'ayant fourni la faune suivante très fragmentée :

Cyphaspis sp.
Calymmene cf. *Baylei* Barr.
Phacops ou *Dalmanites.*
Gomphoceras.
Spirifer aff. *S. Eudora* Hall
Spirifer cf. *bicostatus* Vanux.
Leptaena aff. *L. Grayœ* Dav.
Clidophorus aff. *C. subolongatus* Prouty

Cette formation se suit assez longtemps au sud-ouest ; à peu de distance au nord-est elle passe par sa partie supérieure à des schistes franchement dévoniens.

2. — La série précédent très étirée laisse cependant voir près de sa base des schistes violacés puis gris noirâtre dans lesquels j'ai récolté :

Phacops aff. *Ph. Glockeri* Barr
Calymmene cf. *tenera* Barr.
Calymmene sp.
Gomphoceras sp.
Schuchertella cf. *planissima* Reed
Cardiola sp

1. — Un mince banc de grès laminé représente sans doute les grès à grandes empreintes de trilobites, plus développés à très peu de distance au nord-ouest et au sud-est.

4. — L'ensemble précédent vient s'appuyer sur une sorte de poudingue schisteux laminé dont les éléments sont surtout des schistes et calcschistes noirs que nous attribuons à la base de l'anthracolithique inférieur, c'est à dire à la partie supérieure de la série autochtone.

Près du pont de la route, sur le Nam Phao, ces poudingues reposent sur des quartzites métamorphiques.

On remarquera dans les listes précédentes combien nos déterminations sont peu précises, nous en avons déjà averti le lecteur. Ceci est dû uniquement à la très mauvaise conservation des faunes ou à leur état fragmentaire dans les gisements mêmes ; tous

les trilobites notamment, sont déterminés d'après des pygidiums, des fragments de glabelles et quelquefois d'après des yeux seulement.

Ailleurs, dans les vallées du Nam Nhuong et de ses affluents, le silurien est très peu fossilifère, les coupes relevées sont donc sans intérêt stratigraphique. Les principaux gisements de fossiles sont échelonnés le long de l'anticlinal du Phou Kong Keo ; en quelques points nous n'y avons le plus souvent recueilli que des articles d'*Heterocrinus* ou des débris de grès à empreintes de grands trilobites. Dans la vallée moyenne du Nam Nhuong ces grès nous ont cependant donné un exemplaire de :

Aulacophyllum aff. *A. mitratum* M. E. et H.

Sur le Nam Tong, affluent du Nam Nhuong, le silurien est plus fossilifère, mais le trop mauvais état des schistes et des grès ne permet pas d'extraire un seul fossile déterminable, nous avons seulement reconnu en plusieurs points des débris de tiges d'*Heterocrinus*.

Enfin à 1 k. 500 à l'ouest de Ban Pa Hoc sur l'Houei San, autre affluent du Nam Nhuong, des schistes gris noirâtre, appartenant au niveau à *Phacops* cf. *Glockeri* nous ont livré quelques formes attribuables aux genres suivants :

Phacops sp.
Orthoceras sp.
Gomphoceras sp.
Nucula sp.
Leda sp.

Sur la Chaîne annamitique aucun gisement silurien n'est encore connu, il en est de même sur le versant annamitique de la Chaîne ; ce n'est que par continuité, et aussi par analogie de faciès, qu'il est possible de délimiter le silurien dans cette région.

d) Discussion des fossiles.

Voyons maintenant quelles indications stratigraphiques sont fournies par les faunes de ces formations siluriennes.

En présence des caractères spécifiques douteux des fossiles, nous nous adresserons surtout aux caractères génériques pour justifier notre stratigraphie.

Pour cette discussion, nous répartirons les faunes suivant trois grands horizons.

3. — Schistes supérieursaux grès micacés et ferrugineux.

2. — Grès micacés ferrugineux.

1. — Schistes inférieurs à ces grès.

Le premier de ces horizons attribué à la plus grande partie de l'ordovicien nous a fourni les fossiles suivants :

Aristocystidae
Heterocrinus aff. *H. heterodactylus* Hall
Orthis cf. *sinuata* Hall
Stenochisma aff. *S. lamellata* Hall
Tellinomya cf. *pulchella* Clarke
Bellerophon aff. *B. bilobatus* Sow.
Dalmanites cf. *socialis* Barr.

L'âge ordovicien de cette faune paraît incontestablement établi par la présence simultanée d'un *Aristocystidae* et du genre *Heterocrinus*. Nous savons, en effet, que les *Aristocystidae* ne sont connus que du *cambrien moyen* et de *l'ordovicien* et que le genre *Heterocrinus* n'a été rencontré jusqu'à présent que dans le *silurien* d'Amérique. Les renseignements donnés par les autres genres n'infirment pas dans l'ensemble cette attribution d'âge ; et nous admettons que le genre *Tellinomya* qui n'était connu que depuis le gothlandien, a fait son apparition en Indochine un peu plus tôt.

Les comparaisons que nous avons pu faire au point de vue spécifique nous conduisent sensiblement aux mêmes résultats.

Parmis les sept formes étudiées, deux se placent incontestablement dans l'ordovicien : l'*Aristocystidae* et *Dalmanites* cf. *socialis* Barr. ; trois se laissent comparer où présentent de grandes affinités avec des formes de l'ordovicien moyen et supérieur d'Amérique. *Heterocrinus* aff. *H. heterodactylus* Hall de l'Hudson River Group, *Orthis* cf. *sinuata* Hall du Trenton limestone, *Bellerophon* aff. *B bilobatus* Sow. du Trenton limestone.

Enfin les deux autres se rapprochent de formes du silurien supérieur d'Amérique.

Stenochisma aff. *S. lamellata* Hall in Prouty, du silurien du Maryland
Tellinomya cf. *pulchella* Clarke du gothlandien du Rio Trombetas.

Nous n'avons plus rien à dire sur les grès micacés à empreintes de grands trilobites, dont nous avons déjà discuté l'âge et que nous avons attribués à l'ordovicien supérieur.

Nous allons voir maintenant quels sont les caractères des schistes supérieurs aux grès micacés.

La liste des fossiles recueillis dans l'ensemble de cette formation schisteuse, que nous avons divisée plus haut en deux niveaux est la suivante :

Stropheodonta cf. *Schuchertanum* Clarke
Leptaena aff. *L. Grayae* Davidson
Spirifer cf. *metuens* Barr. = *Sp. elevatus* Dalman in Frech
Spirifer cf. *benignus* Barr.
Spirifer aff. *S. Eudora* Hall

Spirifer cf. *bicostatus* Vanux.
Clidophorus aff. *C. subolongatus* Prouty
Cardiola sp.
Gomphoceras sp.
Calymmene cf. *Baylei* Barr.
— cf. *tenera* Barr.
Phacops cf. *Glockeri* Barr.
Cyphaspis
Phacops ou *Dalmanites*

Tous les genres représentés dans cette liste sont connus à la fois dans le silurien et le dévonien, quelques uns même montent jusque dans le permien. Deux font leur apparition au gothlandien : *Phacops* et *Spirifer*, enfin un autre, le genre *Calymmene* ne s'élève pas très haut dans le dévonien, il n'est généralement pas signalé au-dessus du dévonien inférieur ; cependant, au Tonkin, une espèce de ce genre, *Calymmene Maloungkaensis* Mansuy, coexiste avec *Spirifer speciosus* Schl. forme considérée comme caractéristique de l'eifélien.

En somme, si l'on s'en tient aux caractères génériques de cette faune, on constate que la position stratigraphique des schistes supérieurs aux grès à grands trilobites est assez indéterminée, elle peut osciller depuis le gothlandien inférieur jusqu'à l'eifélien.

Par les affinités spécifiques et les comparaisons que l'état des restes nous a permis de faire, nous avons pu serrer la question d'un peu plus près.

Une seule espèce présente quelques affinités avec une forme de l'ordovicien supérieur d'Europe :

Leptaena aff. L. *Grayae* Davidson

Une autre est presque identique à une forme du dévonien inférieur d'Amérique :

Strophœdonta cf. *Schuchertanum* Clarke

Toutes les autres formes n'ont pu être comparées qu'à des formes gothlandiennes :

Les trois trilobites :

Calymmene cf. *tenera* Barr.
— cf. *Baylei* Barr.
Phacops cf. *Glockeri* Barr.

a des espèces du gothlandien de Bohême.

Deux spirifers sont également très voisins de formes de l'Europe centrale :

Spirifer cf. *benignus* Barr.
Spirifer cf. *metuens* Barr.

L'échantillon que nous possédons de cette dernière espèce est identique à une forme chinoise de la région de Tshau Tien décrite par Frech sous le nom de *Spirifer elevatus* Dalman et qui diffère profondément de l'espèce de ce nom figurée par Davidson.

Les autres spirifers sont comparables à des formes américaines de la Rochester formation et du Niagara Group :

Spirifer cf. *bicostatus* Vanuxem
Spirifer aff. *S. Eudora* Hall

Un *strophomenidae* est presqu'identique à une espèce du gothlandien inférieur des Etats Shans :

Schuchertella cf. *planissima* Reed

Quant au lamellibranche :

Clidophorus cf. *subolongatus* Prouty

C'est avec une forme du silurien du Maryland que nous avons pu établir la meilleure comparaison.

En résumé, par ses affinités, la faune des schistes supérieurs aux grès à grands trilobites ; est nettement silurienne il est possible que les couches supérieures qui contiennent un spirifer comparable à une espèce du gothlandien supérieur de Bohême: *Spirifer metuens* Barr. et un brachiopode du dévonien inférieur d'Amérique, *Stropheodonta Schuchertanum* Clarke, représentent une zone de passage du gothlandien au dévonien ; ceci est d'autant plus probable qu'il y a eu ou qu'il paraît y avoir eu continuité de la sédimentation depuis la base du silurien jusqu'au sommet du dévonien moyen.

E. — **Bordure orientale de la Chaîne annamitique.**

En l'état actuel de nos connaissances il n'est pas possible d'attribuer quelque chose au silurien dans cette partie de l'Indochine.

Les cipolins du pays Muong du Nghe An, placés par M. Deprat dans le gothlandien, ne sont pas antérieurs au dévonien. [15]

DÉVONIEN

Jusqu'en 1923 le Dévonien n'était connu, dans les régions que nous avons étudiées, que par les découvertes de fossiles du Capitaine Laval dans le pays de Qui Dat [40].

Les formations de ce système couvrent dans le Centre de l'Indochine des étendues considérables.

Des contacts anormaux, soulignés par des différences de faciès, nous les ont fait diviser en trois séries dont les relations stratigraphiques seront exposées dans nos conclusions.

1° — Une série autochtone sous les nappes hercyniennes ou en avant d'elles.

2° — Une série charriée (nappe hercynienne).

3° — Une deuxième série autochtone en arrière des nappes (celle-ci est supposée dévonienne).

Le dévonien autochtone de la première série comprend les affleurements les plus étendus et les plus fossilifères. Nous le connaissons en quelques points, assez rares d'ailleurs, de l'anticlinal du Nam Hin Boun ; dans le Cammon, il se montre en fenêtre sous le silurien du Nam Nhuong où il constitue presque tout le substratum des calcaires anthracolithiques du Muong Kam Keut ; plus au sud-est, il forme la plus grande partie du pays de Qui Dat et la bordure méridionale du massif cristallin de Dong Hoi.

Depuis son niveau le plus bas, qui paraît correspondre au sommet du dévonien inférieur, jusqu'au givétien, ce dévonien est surtout calcaréo-schisteux ; plus haut les faciès changent : dans le pays de Qui Dat et sur la Chaîne annamitique, le dévonien supérieur devient détritique, tandis que dans la province du Cammon, le faciès calcaire s'affirme de plus en plus et se continue sans transition dans le carbonifère.

Le dévonien charrié n'existe que dans la partie supérieure des assises schisteuses de la nappe siluro-dévonienne du Nam Nhuong ; ses limites d'extension latérale sont donc les mêmes que celles du silurien, cependant par sa position plus élevée dans la nappe comme dans la série stratigraphique ses affleurements sont plus restreints.

Les fossiles dans ce dévonien sont rares, nous n'en connaissons pas dans les lydiennes et les quelques lambeaux de calcaires siliceux ou marmorisés qui paraissent terminer la période.

L'attribution au dévonien, d'une partie des terrains de la vallée du Song Ca et du pays Muong du Nghe An, est basée sur des considérations stratigraphiques et des raccords à distance, car dans aucun cas, ces terrains ne se sont montrés fossilifères ; ce sont des schistes plus ou moins siliceux, des lydiennes, et des calcaires le plus souvent marmorisés, parfois même transformés en cipolins.

Dans la région de Thanh Hoa, des calcaires ayant une position stratigraphique assez analogue à nos cipolins ont livré des polypiers dévoniens à M. Ch. Jacob [30-49].

Ces schistes et calcaires supposés dévoniens sont surtout développés dans la boucle du Song Con et sur le moyen et haut Song Ca ; vers l'ouest-nord-ouest, ils s'étendent jusqu'à la vallée du Nam Mo. Dans le sud du Nghe An, des îlots de lydiennes et de schistes se rangent peut-être dans ces formations. Plus au sud, entre le Ngan Sau, le Rao Nay et la mer, il est difficile de leur attribuer quelque chose.

Nous allons passer maintenant à l'étude détaillée des trois séries dévoniennes, en suivant l'ordre géographique du tableau placé en tête de cette troisième partie.

A. — Bordure occidentale de la Chaîne annamitique

Nous ne connaissons le dévonien que sur un très petit nombre de points à la bordure laotienne de la Chaîne annamitique.

Presque partout il est caché par le revêtement épais des calcaires anthracolithiques et des grès secondaires.

Dans la haute vallée du Nam Tse, près de Pa Kung, des calcaires noirs avec schistes de même couleur, subordonnés, contiennent de très mauvaises empreintes

de fossiles, probablement des *Atrypa*, qui font songer au dévonien. Ces couches toujours très plissées alternent avec des grès sans fossiles.

Un autre affleurement fossilifère se trouve près de Ban Na Toung au sud de la route provinciale de Vinh à Thakhek, dans le lit même de l'Houei Xieng Sel, sur le gué de la piste qui mène de la sala Na Toung à Mahaxay. Ce sont des schistes noirs plissés verticalement, sous l'anthracolithique presque horizontal.

Nous avons recueilli dans ce gisement quelques gros exemplaires d'*Atrypa reticularis* Linné.

B. — Chaîne annamitique.

Dans la Chaîne annamitique le dévonien est de plusieurs sortes.

Autochtone, sous les nappes hercyniennes, dans la partie sud de la Chaîne, dans le pays de Qui Dat et dans le Muong Kam Keut; il est charrié dans le centre de la Chaîne annamitique; plus au nord, nous lui attribuons des sédiments dont l'âge précis n'a pu être déterminé; ce devonien supposé est généralement recouvert par des sédiments plus récents, et il est difficile de dire s'il est en place, ou s'il fait encore partie des nappes ; quoiqu'il en soit c'est à ces dernières qu'il se rattache lithologiquement.

Notre exposé sera donc divisé en trois parties :

1°. — Le dévonien autochtone sous les nappes hercyniennes.

2°. — Le dévonien charrié.

3°. — Le dévonien supposé du Nam Mo et de la rive droite du Song Ca.

1° — LE DÉVONIEN AUTOCHTONE SOUS LES NAPPES HERCYNIENNES

Dans la partie méridionale de la Chaîne annamitique le dévonien forme le revêtement plissé du massif cristallin de Dong Hoi. Dans cette région d'accès difficile, il est surtout constitué par des schistes et des calcschistes très dynamométamorphisés et par de puissantes masses de grès. Par analogie avec ce que nous avons observé dans le pays de Qui Dat, dont les formations se placent dans le prolongement de celles de ce pays, nous attribuons la série des schistes et des calcschistes au dévonien moyen et les grès au dévonien supérieur.

A Co Trang, sur le versant sud du massif de Dong Hoi, des schistes se trouvant au contact de grès nous ont fourni de mauvaises empreintes de brachiopodes appartenant aux genres *Atrypa* et *Orthis* (probablement *Schyzophoria striatula*).

C'est principalement dans le pays de Qui Dat (Annam) et dans le Muong Kam Keut (Laos) que le dévonien autochtone est bien développé.

La succession des horizons fossilifères observés dans ces deux régions est résumée dans le tableau ci-après :

ÉTAGES	PAYS DE QUI DAT	MUONG KAM KEUT
Tournaisien	6. — Grès généralement sans fossiles, avec minces intercalations schisteuses, près du sommet, à *Reticularia elliptica*.	6. — Calcaires laminés avec intercalations schisteuses à Productelles et *Reticularia lineata*.
Dévonien supérieur. . . .	5. — Calcaires et schistes à *Ambocoeles*.	5. — Calcaires et schistes à *Schyzophoria* cf. *striatula* et *Atrypa desquamata*.
	4. — Calcaires et schistes noirs ou roux à *Atrypa desquamata* et *Spirifer pachyrhynchus*.	4. — Schistes et calcschistes noirs à *Atrypa desquamata* et *Sp.* cf. *undifer*
Dévonien moyen (givétien et eifelien)	3 — Calcaires et calcschistes à polypiers, caractérisés par *Stringocephalus Burtini* et *Martinia inflata*.	3. — Calcaires noirs et calcschistes à polypiers, *Stringocephalus Burtini* et *Martinia inflata*.
	2. — Schistes à *Spirifer curvatus*.	2. — Calcaires à entroques avec *Atrypa aspera* et *Dielasma macrorhyncha*.
Dévonien inférieur (coblentzien) .	1 bis. — Schistes à *Sieberella Sieberi*.	1. — Calcschistes à *Sieberella Sieberi* mut. *calceola*.
	1. — Calcaires marno-grumeleux à *Sp.* cf. *carinatus*.	

Cette succession a été établie en se servant beaucoup plus de l'argument paléontologique que de l'argument stratigraphique ; dans ce pays où les plissements ont été particulièrement intenses, les étirements et les suppressions de séries sont la règle, et ce n'est qu'exceptionnellement qu'il est donné d'observer plus de deux horizons en succession normale.

a) *Limites.*

Dans cette partie de l'Indochine il n'est pas possible de parlerd'une limite inférieure pour le dévonien.

La formation la plus ancienne, que nous ayons rencontrée, appartient à un niveau assez élevé du dévonien inférieur ; par ailleurs, là où se voient des affleurements de granite comme dans la vallée du Rao Nay et à l'est du Rao Troc (Quang Binh) le contact ne se fait pas avec des terrains plus anciens que le dévonien supérieur.

La limite supérieure du dévonien, généralement indécise, est cependant mieux connue. Dans la région des nappes, la base du dinantien serait régressive et souvent discordante. Dans le pays de Qui Dat et dans le Muong Kam Keut, il y a passage insensible du dévonien au carbonifère, mais les faciès ne sont pas les mêmes dans ces deux pays.

Voyons d'abord ce qui se passe dans le pays de Qui Dat. Dans cette région le dévonien supérieur est gréseux ; il ne paraît pas fossilifère dans ses parties inférieures et moyennes ; vers le haut il passe insensiblement par intercalations schisteuses, de plus en plus fréquentes, à de véritables schistes jaunes à *Productus* cf. *plicatilis* qui sont vraisemblablement tournaisiens. La zone de passage s'observe assez bien dans le Muong Bam, au nord de Bai Dinh, dans une tranchée de la nouvelle route de Vinh à Thakhek par le col de Meu Gia (1); là, dans les grès moyennement inclinés au nord-est se voient des lits schisteux remplis de débris d'encrines et de brachiopodes. La faune de ce gisement est malheureusement très écrasée ; son principal caractère se trouve dans la présence simultanée de formes surtout néo-dévoniennes comme des productelles et de fossiles nettement carbonifères tels que *Reticularia elliptica* Phill. et *Athyris expansa* Phill., représentés par de nombreux individus qui réunissent à la fois la forme et les proportions des espèces figurées par Davidson. Voici la liste des fossiles recueillis dans cet horizon :

Reticularia elliptica Phill.
Spirifer aff. *S. undifer* Roem.
Athyris expansa Phill.
Strophalosia productoides Murch.
Productella { cf. *subaculeata* Murch. / cf. *lachrymosa* Conrad

Dans le Muong Kam Keut le dévonien supérieur et le tournaisien sont composés de calcaires noirs ou gris noir souvent transformés en calcschistes par laminage ; le passage d'un étage à l'autre se fait sans discontinuité ; ce n'est que par l'étude des faunes qu'il est possible de le discerner. La zone de transition s'observe près de Ban Hin Ma dans le lit même du Nam Xuong.

La meilleure coupe peut être relevée en amont du village près du confluent du Nam Sa. En ce point les berges du Nam Xuong sont constituées par des alluvions récentes que perçent des affleurements de calcaires et de calcschistes très inclinés au nord-est.

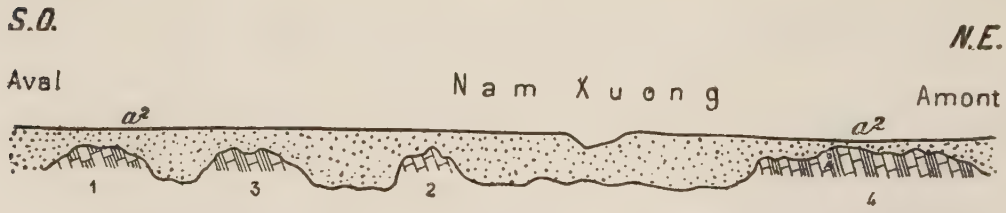


Fig. 6 — *Coupe relevée le long du Nam Xuong, un peu en aval du confluent du Nam Sa.*

Echelle : 1 3.300 environ.

Légende : 1. Base du dévonien moyen ; 2. Givétien ; 3. Base du dévonien supérieur ; 4. Sommet du dévonien et couches de passage au tournaisien ; a^2. Alluvions récentes.

(1) Le gisement se trouve un peu en amont du confluent du torrent de Muong Bam et du Rao Cay.

Dans ces sédiments calcaréo-schisteux nous avons pu relever la succession suivante en partant de l'aval :

1. — Série de calcaires noirs laminés avec lits schisteux et satinés dans lesquels nous avons reconnu :

Sieberella Sieberi v. Buch. mut. *calceola* Frech
Atrypa reticularis Linné

3. — Série assez semblable à la précédente mais avec parties schisteuses brunes ; nous avons recueilli dans cette formation des fossiles déformés qui ont pu se prêter aux comparaisons suivantes :

Schyzophoria cf. *striatula* Schl.
Atrypa cf. *desquamata* Sow.
Productella cf. *lachrymosa* Conrad

2. — Calcaires gris, généralement clairs, contenant avec des anthozoaires :

Martinia inflata Schnur

4. — Calcaires très laminés avec intercalations de schistes noirs et gris. Cette série nous a donné quelques fossiles étirés comparables à :

Uncinulus cf. *Koraghensis* Reed
Athyris cf. *Hudlestoni* Reed
Pugnax cf. *acuminatus* Mart.
Productella cf. *subaculeata* Murch.
Strophalosia cf. *compta* Reed
Reticularia cf. *lineata* Martin

Les couches 1 et 2 représentent le dévonien moyen (eifélien et givétien) et peut-être le sommet du dévonien inférieur.

Les calcschistes 3 se placent sans doute à la base du dévonien supérieur.

Quant à la série 4, elle présente une association d'espèces qui, comme dans le pays de Qui Dat, fait songer à un terme de transition entre le dévonien et le tournaisien; en effet, parmi les six formes recueillies, quatre ont pu être comparées à des espèces du dévonien supérieur du Pamir ou de l'Europe, ce sont : *Uncinulu Koraghensis*, *Athyris Hudlestoni*, *Productella subaculeata* et *Strophalosia comptas* parmi celles-ci *Uncinulus* cf. *Koraghensis* se rapproche beaucoup de *Camarophoria* (?) *isorhyncha* M. Coy des calcschistes deTournai et *Productella subaculeata* descend même dans le dévonien moyen. Quant aux deux autres formes : *Pugnax acuminatus* et *Reticularia lineata*, elles ne sont connues qu'à partir du carbonifère inférieur.

A cause même des caractères de cette faune et malgré l'indécision qui résulte du mauvais état des fossiles, nous nous croyons autorisé à considérer les calcaires laminés de l'horizon nº 4 du confluent du Nam Sa comme une zone de passage du dévonien au carbonifère.

b) Coupes et discussion des fossiles.

Maintenant que nous avons dit ce que nous savons sur les limites inférieure et supérieure du dévonien, nous allons donner les coupes nécessaires pour justifier les subdivisions que nous avons introduites dans ce système. Répétons encore, à ce sujet, que ces coupures ne pourraient avoir de valeur stratigraphique réelle dans ce pays énergiquement plissé si elles n'étaient appuyées sur l'existence de faunes possédant des éléments caractéristiques suffisamment nets pour lever l'indécision.

Dans cet exposé, nous procéderons du sud-est au nord-ouest, du pays de Qui Dat vers le nord du Cammon, en ne donnant que les coupes susceptibles de fournir un élément stratigraphique utilisable ; les gisements isolés seront mentionnés ensuite avec la liste des fossiles qu'ils ont fournis ; nous terminerons enfin, ainsi que nous l'avons fait pour le silurien, par des discussions sur la valeur stratigraphique des fossiles provenant du dévonien autochtone sous les nappes.

1° — *Pays de Qui Dat.*

Coupe de Xom Con Giau à Qui Dat. — Cette coupe a été relevée le long du sentier qui, venant de la bordure orientale du massif calcaire du Nui Ma Rai, se rend à Qui Dat.

Le substratum des massifs de calcaires ouraliens des environs de Qui Dat est constitué en majeure partie par les grès du dévonien supérieur, autochtones ou charriés. Entre X. Con Giau et Qui Dat un lambeau de recouvrement, plissé en double synclinal, permet l'affleurement de niveaux moins élevés du dévonien.

La figure 7 rend compte de cette disposition.

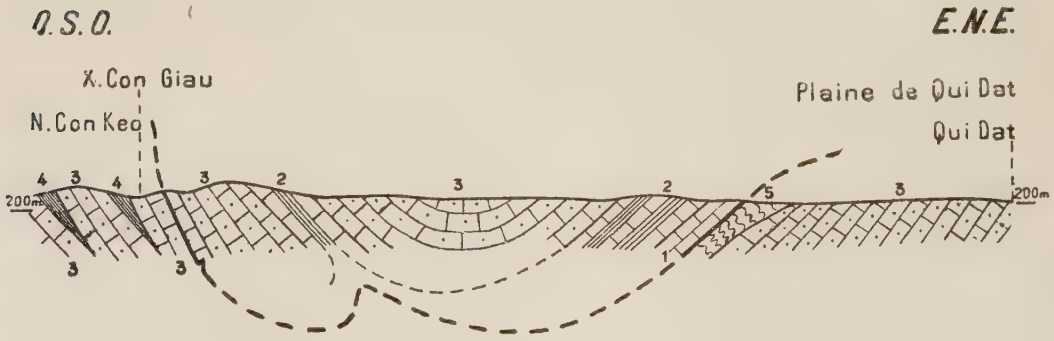


Fig. 7. — *Coupe de Xom Con Giau à Qui Dat.*

Echelle 1/ 25.000

Légende : 1. Calcaire du dévonien moyen; 2. Série dévonienne de X. Con Giau ; 3. Grès du dévonien supérieur; 4. Schistes tournaisiens ; 5. Lydiennes probablement viséennes.

En descendant les pentes orientales du Nui Con Keo on ne voit, jusqu'à la petite plaine de X. Con Giau, que des grès jaunes très durs, au milieu desquels se montrent, dans quelques charnières, de petits témoins de schistes gréseux à *Productus* cf. *plicatilis* du dinantien ; ces grès, qui plongent presque verticalement au nord-est, viennent s'enfoncer, à l'est de X. Con Giau, sous des calcschistes noirs à anthozoaires et à *Martinia inflata* Schnur du dévonien moyen (couches 1 de la figure 7) ; ces calcaires ne constituent qu'une lame peu épaisse serrée entre deux masses de grès du dévonien supérieur. Vers l'est ces derniers forment le versant occidental d'une ligne de petites collines dont les pentes orientales sont occupées par une série calcaréo-schisteuse fossilifère, que nous désignerons sous le nom de série de Xom Con Giau. Comme depuis le Nui Con Keo, le pendage est toujours au nord-est, l'ordre relevé dans la succession des assises de cette série est le suivant du sud-ouest au nord est :

Couches 2 de la figure 7

1°. — Calcschistes jaunes avec débris de brachiopodes.

2°. — Calcschistes noirs à anthozoaires.

3°. — Schistes jaune rosé.

4°. — Calcaires gris à ambocœles ; dans cette couche épaisse de 0,m20 seulement nous avons trouvé :

Ambocœlia infima Whidb.
Ambocœlia gregaria Hall var. *asiatica* Reed
Ambocœlia sp. aff. *A. arcuata* Girty

5°. — Calcschistes jaunes et roux à *Atrypa desquamata* Sow..

6°. — Calcaires noirs à polypiers et *Martinia inflata* Schnur

7°. — Calcschistes noirs à *Spirifer pachyrhynchus* Vern.

8°. — Schistes jaunes à *Actinopteria* cf. *Boydi* Hall

9°. — Calcaires roux à *Atrypa desquamata* Sow.

Au-dessus avec le même pendage reviennent les grès jaunes du dévonien supérieur.

En continuant vers l'est, on constate bientôt que le pendage est passé du nord-est au sud-ouest, on a donc traversé un synclinal de grès. Un peu avant d'arriver à la plaine de Qui Dat, les grès recouvrent une série de calcschistes jaunes très semblables à celle de X. Con Giau ; vers l'est ces calcschistes viennent s'appuyer contre une lame très étirée de calcschistes noirs à anthozoaires. Cette dernière succession : grès, calcschistes jaunes et calcschistes noirs à anthozoaires, comprend dans l'ordre normal tout le dévonien que nous avons reconnu dans les environs de X. Con Giau, au début de cette coupe.

Plus loin encore, vers le nord-est, les calcschistes noirs viennent s'appuyer anormalement sur des lydiennes très plissées du dinantien qui recouvrent à leur tour les grès dévoniens en affleurement dans la plaine de Qui Dat.

La série fossilifère de X. Con Giau ne dépasse pas beaucoup 10 mètres de puissance et sur cette faible épaisseur nous relevons plusieurs répétitions ; le dévonien moyen disposé probablement en anticlinal étiré se montre en 2,6 et peut-être même en 8 ; les autres couches, caractérisées par des espèces de la base du dévonien supérieur, seraient pincées au milieu ; l'ensemble de la série constituerait une sorte d'anticlinal écrasé entre les deux synclinaux de grès du dévonien supérieur, qui limitent cette série fossilifère sur chacun de ses côtés. L'ordre stratigraphique probable, abstraction faite des suppressions par étirement, serait le suivant :

Dévonien supérieur.
- 5. — Grès jaunes ou violacés sans fossiles.
- 4. — Calcaires gris à *Ambocoelia*.
- 3. — Calcschistes à *Atrypa desquamata* et *Spirifer pachyrhynchus*.

2. — Schistes jaunes à *Actinopteria* cf. *Boydi*

Dévonien moyen. 1. — Calcaires à polypiers et *Martinia inflata*

Coupes du devonien dans le prolongement sud-oriental du pli de Xom Con Giau-Qui Dat. — Les relations de quelques horizons du dévonien moyen sont fournies par les trois petites coupes ci-après relevées au sud-ouest de la coupe précédente.

a. — Au sud-est du Nui Con Keo, sur le sentier de Xom Tham à Qui Dat, on peut relever la succession suivante en venant du sud :

1°. — Grès quartzites du dévonien supérieur.

2°. — Calcaires à *Stringocephalus Burtini* Def.

3°. — Calcaires noirs à polypiers contenant aussi :

Stringocephalus Burtini Def.
Martinia inflata Schnur

4°. — Série gréso-schisteuse.

Cette coupe nous montre les relations étroites qui lient les calcaires à *Stringocephalus* et les calcaires à polypiers ; ces deux horizons appartiennent donc au givétien.

b.— Dans la chaîne du Nui Bo, sur le chemin de Lanh Lanh à Kim Bang, une autre coupe montre les mêmes relations que précédemment.

1°. — Grès quartzites du dévonien supérieur.

2°. — Banc de calcaire gris noir à *Stringocephalus Burtini*.

3°. — Calcaires noirs à polypiers.

4°. — Grès quartzites.

c.— A un kilomètre à l'ouest de Buc To, sur le versant méridional de la chaîne du Nui To, au sud-sud-est de la coupe précédente, des schistes violacés à *Martinia inflata* Schnur viennent s'appuyer verticalement contre des calcaires marno-grumeleux gris contenant en abondance *Spirifer curvatus* v. Buch en échantillons malheureusement très écrasés.

Le niveau à *Spirifer curvatus* que nous rencontrons pour la première fois se placerait donc sous le givétien ; on arrive d'ailleurs à la même conclusion à l'aide de la paléontologie stratigraphique ainsi qu'on le verra plus loin.

Coupe de Thanh Lang. — Cette coupe qui sera la dernière pour le pays de Qui Dat, va nous mettre en présence des couches les plus inférieures que nous connaissions dans le dévonien autochtone sous les nappes hercyniennes. Ce sont les berges du Rao Cay, à Thanh Lang même, et les quelques îlots affleurant dans cette rivière aux périodes des basses eaux qui vont en fournir les éléments.

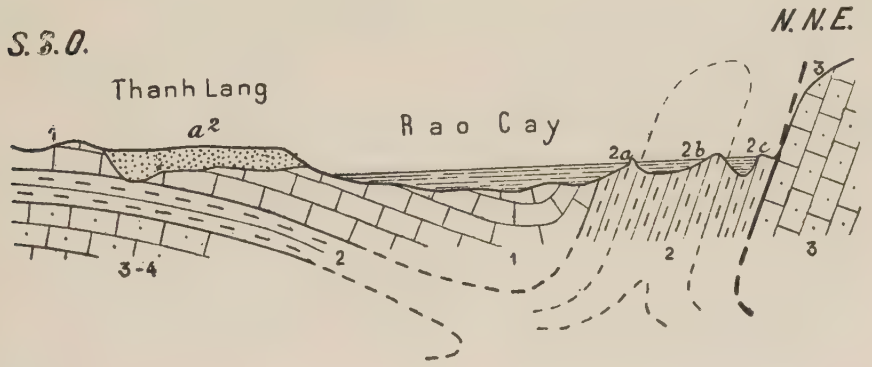


Fig. 8. — *Coupe du Rao Cay à Thanh Lang.*

Echelle : 1/5000.

Légende : 1. Calcaires marno-grumeleux du dévonien inférieur ; 2. Complexe schisteux dévonien contenant en 2^c, quelques fossiles du carbonifère ; 3. Grès du dévonien supérieur ; 3-4. Grès du dévonien supérieur ou de l'anthracolithique inférieur ; a^2. Alluvions récentes.

Le dévonien de Thanh Lang affleure sur une étendue tout à fait restreinte au fond d'un petit synclinal, qui paraît constituer le flanc inverse d'un pli couché ; en réalité les choses sont sans doute plus compliquées ainsi que nous allons le voir d'après la liste des fossiles contenus dans certaines couches.

En partant du sud on observe la succession suivante : grès un peu schisteux, sériciteux et micacés (muscovite) dans lesquels les quartz ont perdu leur forme régulière et sont comme déchiquetés. Ces grès qui ont subi une certaine transformation, soit par dynamométamorphisme, soit par métasomatose, peuvent appartenir à l'anthracolithique inférieur ou au dévonien supérieur.

Au-dessus, après une lacune de quelques centaines de mètres, correspondant sans doute à la présence de la série schisteuse que nous allons voir tout à l'heure, viennent des calcaires grumelo-schisteux gris noir qui nous ont donné la petite faune suivante :

Spirifer cf. *carinatus* Schnur
Spirifer aff. *S. transiens* Barr.
Meristella aff. *M. princeps* Hall
Athyris concentrica v. Buch

Cet horizon qui possède une faune homogène se place à un niveau assez élevé du dévonien inférieur ainsi que nous le verrons plus loin.

Les couches calcaires qui pendaient doucement et régulièrement au nord-ouest se relèvent brusquement contre une série schisteuse laminée et broyée, contenant un mélange d'espèces de tout le dévonien et même de la base du carbonifère.

Les couches les plus inférieures de ce complexe (2^a) ont fourni :

Spirifer cf. *carinatus* Schnur
Atrypa reticularis Linné.
Sieberella Sieberi v. Buch
— — mut. *calceola* Frech
Strophalosia cf. *productoides* Murch.

Dans la partie moyenne (2^b) nous avons recueilli :
Spirifer robustus var. *eifliensis* Frech
Atrypa cf. *aspera* Schl.
Atrypa desquamata Sow.
Strophalosia cf. *productoides* Murch.

Enfin au contact des grès du dévonien supérieur, plus laminés ici que précédemment, les schistes avec parties gréseuses (2^c) contiennent les formes suivantes :

Spirifer cf. *deflexus* var. *lævigatus* Rœm.
Spirifer cf. *duplicostatus* Phill.
Athyris cf. *undata* Def.
Productus aff. *P.* { *plicatilis* Sow. / *Carringtoniana* Dav.
Gypidula brevirostris Phill.

La base de ce complexe schisteux se place au sommet du dévonien inférieur et à la base du dévonien moyen.

Les couches de la partie moyenne sont surtout mésodévoniennes, cependant *Atrypa desquamata* Sow. indique sans doute aussi l'existence de la base du dévonien supérieur.

Quant au niveau 2^c par le mélange extraordinaire qu'il contient, il y a lieu de le considérer comme une zone de remaniement. La forme la plus récente de ces couches : *Productus* aff. *P. plicatilis* et *P. Carringtoniana*, qui ne se laisse comparer qu'aux formes les plus anciennes du carbonifère, nous incite à placer la date du remaniement à l'anthracolithique (voir dans la 4^e partie la structure du pays de Qui Dat).

Autres gisements fossilifères. — Les différents horizons du dévonien que nous avons essayé de délimiter dans les coupes qui précèdent se retrouvent en plusieurs points du pays de Qui Dat.

1. — Le niveau à *Spirifer curvatus* v. Buch a été reconnu au nord de Cha Noi et à 3 kilomètres à l'ouest nord-ouest de Cha Cung ; dans ces deux points *Spirifer curvatus* est associé à de mauvais lamellibranches indéterminables, même génériquement.

2. — La partie supérieure du dévonien moyen a été identifiée sur deux autres points.

Près de X. Lim, hameau de Ba Nuong Xa, se voient des schistes gris contenant en abondance :

Martinia inflata Schnur

Plus au nord, à l'extrémité nord-ouest de la bande de rochers calcaires de Qui Dat, des calcschistes pincés presque verticalement entre deux masses de grès du dévonien supérieur ont donné la petite faune suivante :

Stringocephalus Burtini Def.
Atrypa reticularis Linné
Bellerophon striatus de Fer. et Vern.

Ce gisement se trouve à X. Ve, près de La Tho, dans la berge rive gauche du Khe Nha Hat.

3. — La base du dévonien supérieur nous a fourni le plus grand nombre de gisements.

Dans le Nui Bo, à peu de distance au sud sud-ouest de Kim Bang, nous avons recueilli dans des calcschistes noirs :

Ambocoelia gregaria Hall var. *asiatica* Reed

A l'est sud-est de Lang Gieo, des schistes noirs nous ont donné :

Spirifer pachyrhynchus Murch.
Spirifer robustus Barr.

Cette dernière espèce se trouve près de Tan Ly en compagnie *d'Atrypa desquamata* Sow.

Enfin à Ba Nuong Xa nous avons recueilli :

Ambocoelia cf. *umbonata* Conrad, sur la rive droite du Khe Ruc à 600 mètres du village

et *Atrypa desquamata* Sow. dans un calcaire jaunâtre qui affleure en plusieurs endroits près de X. Lim.

Discussion des fossiles. — En résumé la liste complète des fossiles du dévonien de Qui Dat, établie par horizon et dans l'ordre stratigraphique probable, est la suivante :

6. — Grès généralement sans fossiles avec minces intercalations schisteuses fossilifères près du sommet (niveau de Muong Bam).

Reticularia eliptica Phillips
Spirifer aff. *S. undifer* Rœm.
Athyris expansa Phillips
Strophalusia cf. *productoides* Murch
Productella { cf. *subaculeata* Murch / cf. *lachrymosa* Conrad

5. — Calcaires et schistes à ambocœles (niveau supérieur de X. Con Giau).

Ambocoelia infima Whidb.
— *gregaria* Hall var. *asiatica* Reed
— nov. sp. aff. *A. arcuata* Girty

4. — Calcaires et schistes noirs ou roux (niveau inférieur de X. Con Giau).

Atrypa desquamata Sow.
Spirifer pachyrhynchus Vern.
Spirifer linguifer Sandb.
Spirifer aff. *S. robustus* Barr
Ambocoelia umbonata Conrad
Actinopteria cf. *Boydi* Hall

3. — Calcaires et calcschistes à polypiers (niveau du Nui Con Keo).

Stringocephalus Burtini Def.
Martinia inflata Schnur
Atrypa reticularis Linné
Belleruphon striatus de Fer. et Vern.
Anthozoaires.

2. — Schistes et calcschistes de Buc To.

Spirifer curvatus v. Buch.

1. — Calcaires marno-grumeleux (niveau inférieur de Thanh Lang).

Spirifer aff. *S. transiens* Barr.
Spirifer cf. *carinatus* Schnur
Meristella aff. *M. princeps* Hall
Athyris concentrica v. Buch

Les couches supérieures de Thanh Lang se laissent difficilement ranger dans les horizons qui précèdent ; la partie la plus basse se place sans doute entre les horizons 1 et 2 ; la partie moyenne comprend 3 et 4 ; quant aux couches les plus élevées qui contiennent avec des espèces des niveaux 1, 2 et 4, des formes carbonifériennes, il y a lieu de les considérer comme le résultat d'un remaniement d'ordre tectonique.

Voici, en tenant compte de l'ordre stratigraphique probable, la faune des couches de Thanh Lang

a) Schistes avec parties gréseuses (couches supérieures).

Dinantien. { *Productus* aff. { *plicatilis* Sow. / *Carringtoniana* Dav. ; *Spirifer* cf. *duplicostatus* Phillips.

Niveau 4. — *Spirifer* aff. *S. deflexus* var. *lævigatus* Rœm.

Niveau 2. — *Gypidula brevirostris* Phill.

Niveau 1. — *Athyris* cf. *undata* Def.

b) Schistes de la partie moyenne.

Niveau 4. — *Atrypa desquamata* Sow.

Niveau 3. — *Martinia inflata* Schnur

Niveaux 4 et 3. — *Strophalosia* cf. *productoides* Murch.
Spirifer robustus var. *eifliensis* Frech

c) Couches inférieures.

Niveau 1 bis. { *Atrypa reticularis* Linné ; *Sieberella Sieberi* v. Buch ; — — mut. *calceola* Frech ; *Spirifer* cf. *carinatus* Schnur

L'horizon 6 paraît assez bien daté. *Reticularia elliptica* Phill. et *Atrypa expansa* Phill. sont des formes très particulières qui se trouvent en Europe à la base de l'anthracolithique.

Quant aux autres brachiopodes, on les connaît dans le dévonien moyen et dans le dévonien supérieur.

Il y a donc lieu de considérer cet horizon, qui stratigraphiquement termine le dévonien, comme la partie supérieure de cette période et, dans le cas de Muong Bam, comme une zone de transition du dévonien au carbonifère.

L'horizon 5 ou niveau à ambocœles contient une forme du dévonien supérieur du Pamir : *Ambocœlia gregaria* Hall var. *asiatica* Reed, qui n'est qu'une variété de l'espèce américaine du Chemung Group ; *Ambocœlia* nov. sp. aff. *A. arcuata* Girty, par

ses grandes affinités avec un fossile du carbonifère supérieur d'Amérique, ne saurait descendre très bas dans le dévonien.

L'horizon 4 est surtout bien daté par la présence de *Spirifer pachyrhynchus*, forme connue seulement à la base du dévonien supérieur, et par *Atrypa desquamata* du givétien et du frasnien.

Nous avons trouvé en très grande abondance ces deux fossiles dans les couches inférieures du frasnien du Yunnan.

Les autres fossiles sont surtout des formes du dévonien moyen :

Spirifer linguifer Sandb. est connu dans l'eifélien et le givétien de l'Eurasie.

Spirifer aff. *S. robustus* Barr. se compare à une forme qui existe à la fois dans le dévonien inférieur et le dévonien moyen.

Ambocœlia umbonata Conrad qui se trouve surtout dans le coblentzien, en Bretagne et en Amérique, s'élève néanmoins avec la variété *gregaria* jusque dans le Chemung Group.

Enfin *Actinopteria* cf. *Boydi* Hall est très comparable à la forme d'Hamilton.

Devant les renseignements que nous fournit la paléontologie, nous croyons pouvoir considérer le niveau 4, comme une zone de passage du givétien au frasnien, ce dernier étage étant surtout représenté par les couches à ambocœles (niveau 5)

L'horizon 3 est le mieux daté grâce à la présence de *Stringocephalus Burtini* Def. dont l'extension verticale ne dépasse pas le givétien.

Les autres formes de cet horizon ont une extension verticale plus grande,

Atrypa reticularis Linné est connu depuis le gothlandien jusqu'au sommet du dévonien.

Martinia inflata Schn. va de l'eifélien au frasnien.

Bellerophon striatus de Fer. et Vern. appartient au dévonien moyen.

Les couches à *Spirifer curvatus* (horizon 2) sont assez bien datées par ce fossile connu dans le coblentzien et l'eifélien, mais surtout abondant dans l'horizon à calcéoles.

Il est donc logique de placer ce niveau à la base du dévonien moyen c'est-à-dire dans l'eifélien.

Nous placerons ici la partie inférieure des assises schisteuses de Thanh Lang que nous avons numérotée 1 bis ; c'est à ce niveau qu' *Atrypa reticularis* Linné apparaît pour la première fois dans cette partie de l'Indochine.

Les formes les plus communes y sont des *Sieberella* ; ce genre est représenté par deux mutations d'une même espèce, *Sieberella Sieberi* v. Buch, la forme européenne du type considérée comme caractéristique du dévonien inférieur en Bohème, et *Sieberella Sieberi* mut. *calceola* Frech qui est un fossile très répandu à la base du dévonien moyen de la Chine méridionale.

Il est intéressant de noter la coexistence de ces deux formes dans le même gisement.

La dernière espèce déterminée de cet horizon se laisse comparer à *Spirifer carinatus* du coblentzien d'Europe.

Tous les caractères de cette faune sont assez homogènes pour permettre l'attribution de la partie inférieure des schistes de Thanh Lang, soit au sommet du dévonien inférieur, soit à l'extrême base de l'eifélien.

Les calcaires de l'horizon 1 contiennent, avec des fossiles comparables à des espèces cantonnées à la base du dévonien, des formes à plus grande extension verticale.

Spirifer transiens Barr. apparaît à la base du dévonien inférieur de Bohême et monte jusque dans l'eifélien.

Spirifer carinatus caractérise, nous l'avons vu, le coblentzien.

Meristella princeps Hall est une forme du Lower Heldelberg Group de l'Amérique du Nord.

Enfin *Athyris concentrica* v. Buch, connu depuis la base du dévonien, se trouve encore dans le frasnien.

Nous considérons donc les calcaires de Thanh Lang comme appartenant au dévonien inférieur, sans doute au coblentzien.

Pour terminer nous dirons quelques mots sur les parties moyennes et supérieures des schistes de Thanh Lang.

Parmi les espèces contenues dans ces schistes et au sujet desquelles nous n'avons encore rien dit, nous relevons deux espèces carbonifériennes,

Productus cf. { *plicatilis* Sow. / *Carringtoniana* Davidson

Spirifer cf. *duplicostatus* Phill.

une forme présentant des affinités avec une espèce de la base du dévonien supérieur,

Spirifer aff. *S. deflexus* var. *lævigatus* Rœm.

une forme de la base du dévonien moyen,

Gypidula brevirostris Phill.

et une du sommet du dévonien inférieur,

Athyris undata Def.

Le mélange de la faune de ces schistes est plus apparent que réel ; il a été causé par un laminage intense, avec étirements et suppressions de séries.

C'est en partant de ce point de vue, que tout nous autorise à admettre, que nous avons rétabli la coupe comme suit, du sud-ouest au nord-est.

1. — Calcaire grumeleux.
1 bis. — Base des schistes de Thanh Lang.

Synclinal renversé 3. 4. } Partie moyenne des schistes de Thanh Lang.

Synclinal 4.
renversé 2.
1. } Partie supérieure des schistes de Thanh Lang.
Discordance.
Tournaisien.

Discordance tectonique.

Dévonien supérieur gréseux sans fossiles.

La première partie de la coupe, depuis les calcaires grumeleux du niveau 1 jusqu'à la première discordance, constituerait un synclinal secondaire étiré et renversé faisant partie du flanc inverse d'un pli couché plus important, dont le flanc normal aurait disparu.

Le tournaisien qui vient ensuite représenterait une zone remaniée.

Le reste de la coupe, c'est-à-dire le dévonien supérieur gréseux, serait un lambeau de recouvrement au-dessus des couches précédentes.

Nous verrons dans la 4e partie de cet ouvrage les motifs qui nous font admettre cette structure.

2e. — *Vallée supérieure du Ngan Sau.*

Avec Thanh Lang nous nous sommes approché de la vallée supérieure du Ngan Sau.

C'est une région à tectonique compliquée, aussi la stratigraphie y est-elle impossible. Les terrains y couvrant le plus d'étendue sont les grès du dévonien supérieur ; ils enserrent, en la comprimant énergiquement, une bande de calcaires dévoniens qui affleure en anticlinal en quelques points du thalweg du Ngan Sau, et dans la petite vallée de Dong Choi.

A l'est, sur le versant oriental du Dong Tho, les grès du dévonien supérieur supportent des schistes qui débutent par une sorte de poudingue.

La faune de ces schistes et poudingues est surtout constituée par des éléments anthracolithiques, mais elle contient aussi des fossiles dévoniens parfois enrobés dans une gangue durcie et ferrugineuse ; ces fossiles, qui ont été arrachés au substratum des schistes et poudingues, appartiennent à des niveaux assez bas du dévonien ; nous y avons reconnu :

Cupressocrinus aff. *C. abbreviatus* Gold.
Atrypa cf. *reticularis* Linné
Sieberella Sieberi v. Buch
Gypidula sp.

Un fait analogue se produit au col de Dong Tim où les grès du dévonien supérieur disparaissent sous des couches d'un schiste clair contenant de nombreux cailloux roulés dont beaucoup sont constitués par des fragments de fossiles d'apparence dévonienne.

Du pays de Qui Dat jusqu'au Muong Kam Keut, le dévonien autochtone s'enfonce sous les nappes hercyniennes, ou bien est caché par une épaisse couverture d'anthracolithique ou de Trias.

3°. — *Muong Kam Keut*

Dans cette région le dévonien autochtone affleure dans de mauvaises conditions d'observation. Près de la limite occidentale des nappes, il se montre au fond de quelques fenêtres; vers l'ouest, sous les masses de calcaires anthracolithiques de sa couverture transgressive, il garnit le fond d'étroits canyons. Aussi, dans les deux cas, les coupes y sont-elles difficiles à observer ; la seule présentant un certain intérêt stratigraphique a déjà été donnée lors de la discussion de la limite supérieure du dévonien.

Nous allons donc citer des affleurements fossilifères plutôt que décrire des coupes, ce sera seulement par la paléontologie que nous résoudrons le problème des coupures.

Gisement de Sop Khom. — Sur la rive gauche du Nam Nhuong, à 1 k 500 en amont de Sop Khom, on relève la coupe suivante :

3. (sommet) schistes gréseux micacés du silurien (nappe du Nam Nhuong).

2. poudingues schisto-gréseux dont les galets sont surtout constitués par un schiste siliceux noir très dur.

1. (base) schistes ou calcschistes noirs remaniés par les poudingues ci-dessus (2) et contenant en abondance

Atrypa cf. { *reticularis* Linné / *desquamata* Sow.
Schyzophoria cf. *striatula* Schl.

Cet ensemble est très laminé et dynamométamorphisé.

Les couches 1 représentent sans doute le sommet du dévonien moyen ou la base du dévonien supérieur de la série autochtone.

Gisement de Ban Ca An. — Les couches de Sop Khom, réapparaissent dans des conditions analogues, à quelques kilomètres plus en aval, au fond de la boucle que décrit le Nam Nhuong au Sud de Ban Ca An.

Parmi les fossiles recueillis dans ce gisement, nous avons reconnu :

Atrypa cf. { *reticularis* Linné / *desquamata* Sow.
Schyzophoria striatula Schl.
Spirifer cf. *undifer* Rœm.
Cyrtina cf. *Hamiltonensis* Hall
Poterioceras cf. *Marri* Whidborne

Les caractères de cette faune nous font penser au sommet du givétien ou plus exactement à des couches de passage au dévonien supérieur.

Gisement de B. Sop Pon. — Sur le Nam Nhuong, à 1 km 500 en aval de B. Sop Pon, une autre fenêtre ouverte dans les grès siluriens laisse voir un paquet assez important d'une brèche tectonique à ciment siliceux dont les éléments sont presque entièrement constitués par des fragments d'un calcaire noir à crinoïdes et brachiopodes. Parmi ceux-ci il nous a été possible de reconnaître.

Atrypa reticularis Linné
Atrypa cf. *aspera* Schl.

Cette brèche provient donc de la destruction de couches calcaires du dévonien moyen.

Gisement de B. Pha Bang. — Un autre gisement de dévonien autochtone affleure sur la rive droite du Nam Nhuong à 500m en amont du village de B. Pha Bang.

Ce sont des schistes noirs à *Atrypa reticularis* Linné ; ils paraissent affleurer à l'extrême limite occidentale de la nappe du N.Nhuong et sont recouverts en discordance soit par celle-ci, soit par les calcaires presque horizontaux de l'ouralien.

Ce gisement, le dernier que nous connaissions sur le Nam Nhuong, appartient peut-être encore au dévon en moyen.

Gisement du canyon du Nam Pon. — La coupure quasi-verticale du canyon de Nam Pon a plus de 12 kil. de longueur; elle s'ouvre de l'est à l'ouest, sur près de mille mètres de hauteur, entre les falaises de calcaires ouralo-permiens du Pha Nhong au nord et du Pha Ka Chan au sud. Ses parois sont presque entièrement constituées par les calcaires anthracolithiques, à peine ondulés, mais très fracturés. Ce n'est qu'au fond de ce canyon et sur une épaisseur très inégale que se montrent des terrains plus anciens. Comme précédemment, dans la vallée du Nam Nhuong, ces derniers appartiennent à deux séries différentes : la série charriée d'âge siluro-dévonienne et la série autochtone qui ne comprend que du dévonien.

Dans l'autochtone énergiquement plissé et replissé nous avons reconnu trois horizons fossilifères pour lesquels nous n'avons pas pu relever les relations stratigraphiques.

1°— Calcaires noirs très durs à délits rouges, contenant près de Coc Phuong et au sud de B. Van Khang.

Stringocephalus Burtini Def.
Martinia inflata Schnur

2°.— Calcaires noirs à entroques visibles près de Ban Phac Phuc, à 1 kil. à l'est du Ban Van Khang; dans cet horizon riche en fossiles nous n'avons pu dégager que :

Atrypa reticularis Linné
Atrypa aspera Schl.

3°. — Schistes noirs à *Atrypa* cf. *reticularis* Linné

Tous ces horizons paraissent appartenir au dévonien moyen.

Autres gisements des environs de Ban Hin Ma. — Pour être complet nous n'avons plus à citer ici que la coupe même de B. Hin Ma. Cette coupe nous est encore fournie par les rives du Nam Xuong.

Ce sont des calcaires et des calcschistes inclinés de 40° au nord-est, leur base contient des articles de crinoïdes et un brachiopode comparable à :

Dielasma macrorhynca Schnur.

Leur sommet de couleur un peu claire est un calcaire récifal à polypiers, nous y avons recueilli:

Martinia inflata Schnur

Ces deux niveaux, dont l'un nous est déjà connu, se placent dans le dévonien moyen.

Discussion des fossiles. — La liste des fossiles du dévonien autochtone du Muong Kam Keut, classés par horizon dans l'ordre stratigraphique probable est la suivante :

6. — Calcaires laminés avec intercalations de schistes :

Uncinulus cf. *Koraghensis* Reed
Pugnax cf. *acuminatus* Martin
Athyris cf. *Hudlestoni* Reed
Reticularia cf. *lineata* Martin
Productella cf. *subaculeata* Murch.
Strophalosia cf. *compta* Reed

5. — Calcaires noirs avec schistes bruns :

Schyzophoria cf. *striatula* Schl.
Atrypa cf. *desquamata* Sow.
Productella cf. *lachrymosa* Conrad

4. — Schistes et calcschistes noirs :

Schyzophoria striatula Schl.
Atrypa desquamata Sow.
Spirifer cf. *undifer* Rœm.
Cyrtina cf. *Hamiltonensis* Hall
Poterioceras cf. *Marri* Whidborne

3. — Calcaires noirs et calcaires gris à anthozoaires :

Stringocephalus Burtini Def.
Martinia inflata Schnur

2. — Calcaires à entroques avec calcschistes :

Atrypa reticularis Linné
Atrypa aspera Schl.
Dielasma cf. *macrorhyncha* Schn.

1. — Calcschistes avec lits satinés :

Atrypa reticularis Linné
Sieberella Sieberi v. Buch mut. *calceola* Frech

Nous avons déjà établi que le niveau 6 constituait le sommet du dévonien supérieur et la base du tournaisien.

Quant au niveau 5, il est également caractérisé par des formes surtout abondantes dans le frasnien.

Le niveau 4 qui contient avec des espèces du frasnien et du givétien, telles que *Schyzophoria striatula, Atrypa desquamata* et *Spirifer* cf. *undifer,* des formes qui ne se laissent comparer qu'à des fossiles du givétien, ce qui est le cas pour *Cyrtina* cf. *Hamiltonensis* Hall et *Poterioceras* cf. *Marri* Whidb. doit constituer une zone de passage du givétien au dévonien supérieur.

Le niveau 3 avec *Stringocephalus Burtini* est givétien.

La faune du niveau 2 avec *Atrypa aspera,* forme qui va de l'eifélien supérieur au frasnien, fait songer à la partie supérieure de l'eifélien dont l'horizon 1 représenterait la base.

2°. — LE DÉVONIEN CHARRIÉ

C'est la partie supérieure de la nappe du Nam Nhuong.

Par suite de sa position au sommet de la nappe, ses affleurements sont plus restreints que ceux du silurien ; ils sont réduits à l'état de lambeaux généralement coincés dans de petits synclinaux déversés.

Les dépôts du dévonien charrié sont peu fossilifères mais les rares fossiles qu'ils contiennent son caractéristiques.

a) *Limites.*

La limite inférieure a déjà été étudiée avec le silurien, nous avons vu qu'il y avait eu continuité de la sédimentation entre le gothlandien et le dévonien inférieur : les couches à *Stropheodonta Schuchertanum* Clarke et *Spirifer* cf. *metuens* Barr. constituent sans doute l'horizon de passage.

Il ne saurait être question de limite supérieure, la nappe du Nam Nhuong ne contenant pas de terme plus élevé que le dévonien.

b) Divisions.

Les assises dévoniennes de la nappe du Nam Nhuong se répartissent comme suit :

Dévonien { supérieur (?) 3.— Calcaires avec lits siliceux.
moyen et inférieur. } 2.— Lydiennes.
1. — Schistes de teintes généralement claires.

Les schistes dévoniens contiennent seuls des fossiles, les autres formations en sont dépourvues.

La région fossilifère, très restreinte, se trouve à la limite occidentale de l'anticlinal du Kong Keo. Trois gisements y sont connus. Deux de ces gisements appartiennent à l'eifélien ; ils ont donné avec de petits gastropodes indéterminables, *Calceola sandalina* Linné mut. *lata* Richter, forme considérée comme tout à fait caractéristique de la base du dévonien moyen, cet eifélien fossilifère se trouve à l'est de Ban Coc Phuong, et dans la vallée du Nam Nhuong au sud de Ban Sop Tong. Le troisième gisement se voit dans la colline au nord de Ban Tha Veng, ce sont des schistes roses en plaquettes contenant :

Styliola clavulus Barr.
Tentaculites sp.

Styliola clavulus Barr. forme identique à *Styliola fissurella* Hall se trouve en Bohème dans l'eifélien et dans le givétien, et en Amérique dans tout l'Hamilton Group. Nous pouvons donc admettre que les schistes à ptéropodes de B. Tha Veng constituent le sommet de l'éifelien et la base du givétien, dont la partie supérieure serait représentée par les lydiennes qui à Ban Tha Veng succèdent immédiatement aux schistes à *Styliola*.

3° — LE DÉVONIEN SUPPOSÉ DU NAM MO ET DE LA RIVE DROITE DU SONG CA

Les sédiments que nous attribuons au dévonien dans ces régions ne sont pas fossilifères.

Ce sont des schistes siliceux noirs, des lydiennes, des calcschistes noirs ou des calcaires marmorisés et des cipolins.

Ces formations souvent très plissées sont quelquefois en contact anormal avec les autres formations.

Dans la vallée du Mam Mo, ce dévonien supposé est réduit à des masses importantes de calcschistes noirs et de marbres plissés en synclinal étroit orienté au nord-ouest entre les amygdaloïdes granitiques du Phou Sao et du Phou Lai Leng. Le long de la branche supérieure du Mam Mo, les calcaires butent par faille contre les granites et supportent les grès quarzites et les poudingues et schistes rouges du trias. En aval du dénlé de Ban Pieng Mai, les calcaires se redressent contre des schistes d'apparence silurienne ; là, comme plus en amont, ils supportent toujours le trias ; mais parfois, comme aux environs de Ban Sop Hang, et ceci est très important, ces calcaires sont surmontés par des schistes et grès lustrées et des rhyolites.

Sur la rive droite du Song Ca, ces formations atteignent un développement plus grand, elles constituent l'important massif de calcaires et lydiennes qui dans le pays de Con Cuong, s'étend transversalement du Song Ca au delà du Song Giang ; dans cette direction, c'est-à-dire vers le sud-ouest, ce dévonien supposé paraît escalader le faîte de la Chaîne annamitique et rejoindre le dévonien de la nappe du Nam Nhuong, tandis qu'au nord et à l'est il se continue dans le pays Muong du Nghê An.

Les lydiennes se placent habituellement à la base de ces formations, leur substratum est généralement constitué par des schistes cristallins, tout à fait exceptionnellement par des schistes micacés le plus souvent de teintes noires. Les calcaires sont surmontés par une série importante de schistes et de grès lustrés, mais quelquefois aussi par des rhyolites ou des poudingues du trias.

Dans la région de Con Cuong les marbres et les cipolins à muscovite sont particulièrement développés.

Pour en terminer avec ces formations, nous ferons remarquer l'analogie qui existe entre cette série sédimentaire composée de schistes, puis de lydiennes avec calcaires plus ou moins métamorphisés et la partie supérieure de la nappe du Nam Nhuong, qui comprend au-dessus des schistes à ptéropodes, des lydiennes, puis des calcaires.

C. — Bordure orientale de la Chaîne annamitique.

Dans cette région, qui comprend la plus grande partie des provinces du Nghê An et de Ha Tinh, nous retrouvons les sédiments que, sur la rive droite du Song Ca et dans la vallée du Nam Mo, nous avons attribués au dévonien ; ce sont les mêmes calcaires plus souvent marmorisés et métamorphisés.

Comme plus à l'ouest, ce dévonien supposé a été l'objet de mouvements orogéniques violents, qui ont causé des étirements et des contacts anormaux.

Le substratum sédimentaire des lydiennes s'observe exceptionnellement, ce sont alors de minces écailles de schistes le plus souvent noirs et plissotés, peut-être siluriens.

D'une façon générale, le substratum visible est cristallin : granites, gneiss ou micaschistes.

La série complète, lydiennes et calcaires, s'observe très rarement ; le contact de ce dévonien supposé se fait avec le cristallin par l'un quelconque de ses termes :

Dans le pays Muong du Nghè An, entre Song Ca et Song Con, les calcaires dominent ; plus au sud entre la route de Do Luong à Phu Dien et le nord du Ha Tinh, ce sont les lydiennes qui affleurent exclusivement.

Plus au sud encore, nous ne connaissons aucune de ces formations.

Quant à la couverture de ces sédiments présumés dévoniens, elle est normalement constituée par la série des schistes et grès lustrés déjà vue sur la rive droite du Song Ca et dans la vallée du Nam Mo ; cependant, comme dans ces régions, elle peut, par suite d'étirements ou d'érosions, suivant les cas, être indifféremment constituée par des rhyolites ou par des terrains secondaires.

Dans le sud du Nghè An et dans le nord du Ha Tinh, les lydiennes sont recouvertes par une véritable chape de limonite qui remplit les cavités et toutes les fissures de la roche ; ce fer est plus abondant en surface, c'est-à-dire dans les parties les plus altérées des lydiennes.

DINANTIEN

Antérieurement à nos recherches, nos connaissances sur le dinantien du centre de l'Indochine, se réduisaient à la découverte, par M. Deprat, des schistes viséens à *Phillipsia gemmulifera* (= *Ph. propinqua* Mansuy pars) de la région de Phuc Trach, et à celles de certains poudingues de l'arrière-pays annamite, attribués antérieurement au trias.

Des schistes probablement dinantiens à *Martinia Ronensis* Mansuy, découverts par le Capitaine Laval, dans le pays de Qui Dat, avaient été rangés dans le dévonien.

L'étendue couverte par les sédiments dinantiens n'a pas été la même pendant toute la durée de cette période géologique. Il semble qu'au début du tournaisien, la mer ait recouvert tout le centre de l'Indochine, puis qu'elle se soit ensuite localisée de chaque côté de la région axiale de la Chaîne annamitique et dans certaines dépressions de celle-ci. Des discordances, causées par des mouvements orogéniques importants, séparent en effet le viséen du tournaisien. Ces mouvements sont bien visibles au Laos, où les dépôts du viséen reposent presque horizontalement sur les tranches des formations plus anciennes, affectées de plis presque verticaux. En Annam, les choses sont moins nettes, il paraît y avoir eu continuité de la sédimentation pendant tout le dinantien , les mouvements ne se seraient manifestés que par des oscillations du fond marin, occasionnant la formation de dépôts alternativement détritiques et vaseux.

L'importance du dinantien pour l'étude des phénomènes orogéniques hercyniens est donc capitale: ses discordances et ses différences de faciès suffisent à mettre en évidence l'existence de plissements à cette époque.

Dans l'aperçu qui suivra nous ne considérerons séparément chacune des deux subdivisions du dinantien, qu'au Laos et dans certaines parties de la Chaîne annamitique (Pays de Qui Dat et Muong Kam Keut), là où les sédiments tournaisiens et viséens peuvent être nettement séparés.

A. — Bordure occidentale de la Chaîne annamitique.

Dans cette région qui comprend toute la partie du Laos étudiée dans cet ouvrage, les dépôts du dinantien n'affleurent qu'au fond de coupures souvent peu importantes ouvertes, au milieu d'une couverture de sédiments plus récents, dans l'axe anticlinal du Nam Hin Boun.

1° — TOURNAISIEN

Le tournaisien est peu connu dans l'anticlinal du Nam Hin Boun, où l'érosion n'a généralement pas dépassé les dépôts viséens.

Les rares points, où il est possible d'observer des terrains antérieurs au viséen, ont été cités à propos du dévonien, ils se trouvent dans la haute vallée du Nam Tse et aux environs de Ban Na Toung.

Dans la vallée du Nam Tse, près de Pa Kung et de Ban Tat Y Tou, des calcschistes et des schistes gréseux, plissés avec le dévonien nous ont donné la petite faune suivante :

Fenestella sp.
Productus sp.
Spiriferina octoplicata Sow.
Tylothyris cf. *laminosa* M. Coy mut.

Cette dernière forme est étroitement apparentée à l'espèce tournaisienne du carbonifère anglais (mut. ρ et γ) ; ces schistes sont donc les formations les plus anciennes de l'anthracolithique. On arrive à la même conclusion si l'on considère que ce sont les derniers sédiments plissés de la région dont il est question, puisque les dépôts viséens sont restés sensiblement horizontaux.

Aux environs de Ban Na Toung, les faits sont beaucoup plus douteux et l'absence de fossiles nous oblige à nous tenir sur la réserve.

2° — VISÉEN

Les dépôts de cet âge sont les plus anciens sédiments restés presque horizontaux. Ils ne sont d'ailleurs connus avec ce caractère que dans cette partie de l'Indochine ; à l'Est de la Chaîne annamitique, c'est-à-dire sur le versant opposé de la Chaîne, ils sont plissés.

Bien qu'ils n'affleurent que dans l'anticlinal du Nam Hin Boun, il est certain qu'ils s'étendent transversalement beaucoup plus loin. Vers l'ouest et le sud-ouest, ils disparaissent rapidement sous des sédiments détritiques d'âge moscovien ; vers le nord-est, ils s'enfoncent sous un épais revêtement de calcaires et de grès avant de ressortir au pied de la Chaîne annamitique avec des caractères lithologiques très voisins.

La coupe générale du viséen dans l'anticlinal du Nam Hin Boun peut se résumer ainsi :

Moscovien inférieur — Calcaires noirs à *Glyphioceras striolatum.*

Viséen..... { 3° — Calcaires noirs à *Phillipsia Eichwaldi* et *Productus semireticulatus.*
2° — Calcaires récifaux à *Productus giganteus.*
1° — Lydiennes avec schistes et calcschistes subordonnés contenant à leur partie supérieure des encrines et *Phillipsia* cf. *gemmulifera.*

Discordance.

Tournaisien — Calcschistes et schistes à *Tylothyris* cf. *laminosa* et *Fenestella.*

a) *Limites.*

La limite inférieure du viséen est fournie par la discordance qui le sépare du tournaisien. Nous n'avons pas observé cette discordance sur le terrain, néanmoins il est possible de constater, en des points peu distants, d'une part, l'existence de sédiments plissés s'élevant jusqu'au tournaisien, d'autre part, celle de formations viséennes presque horizontales.

La limite supérieure est assez facile à déterminer bien qu'il y ait passage du viséen au moscovien ; la zone de transition s'observe près de Ban Phit (kilomètre 51,500 de la route de Thakhek à Vinh).

La coupe relevée en ce point, entre la route et les pentes occidentales du Pha Na Khieu, est la suivante :

Fig. 9. — *Coupe de l'extrémité orientale du Pha Na Khieu.*

Echelle : 1/2.000

Légende : 1. Calcaires à *Productus giganteus ;* 2. Calcaires à *Phillipsia Eichwaldi* nov. mut. ; 3. Calcaires à *Glyphioceras striolatum ;* 4. Vestiges de poudingues ferrugineux avec couche d'hématite brune ; 5. Calcaires ouraliens.

Les couches les plus inférieures qui affleurent ici sont des calcaires gris-noir pétris de grandes coquilles de *Productus giganteus* et d'énormes polypiers.

Nous avons recueilli dans ce gisement :

Productus giganteus Martin
Productus hemisphaericus Sow.
Athyris Royssii Leveillé
Reticularia cf. *lineata* Martin
Bellerophon cf. *nodocarinatus* Hall
Bellerophon sp.
Caninia sp.
Cyathophyllum sp.
Syringopora sp.
Lithostrotion sp.

En s'élevant dans les couches, les polypiers ne tardent pas à disparaître en même temps qu'apparaît une faune nouvelle comprenant les espèces suivantes : (Couches 2 de la coupe.)

Phillipsia Eichwaldi Fisch. nov. mut.
Productus punctatus Martin
Productus semireticulatus Martin
Productus Martini Sow.
Productus pugilis Phill.
Productus cf. *pustulatus* Keys.
Schizophoria resupinata Martin
Schellwienella crenistria Phill.
Chonetes Hardrensis Phill.
Leptaena analoga Phill.
Reticularia lineata Martin
Pugnax pugnus Martin

Au-dessus viennent des couches franchement moscoviennes caractérisées par la présence de *Glyphioceras striolatum* Phill.

La coupe se termine par des calcaires blancs ouraliens, qui reposent sur l'une quelconque des formations précédentes. Le contact se fait par l'intermédiaire d'une couche d'hématite brune englobant des galets de calcaire noir de l'anthracolithique inférieur.

Il ne sera pas question, pour le moment, des couches 1 et 3 suffisamment bien datées et, a fortiori, des couches supérieures 4 et 5, mais seulement des couches 2 qui se placent entre le viséen typique et la base du moscovien.

La position du niveau 2 à *Phillipsia Eichwladi* nov. mut. est définie stratigraphiquement puisque ce niveau est situé entre les couches à *Productus giganteus* et celles à *Glyphioceras striolatum (G. diadema* des anciens auteurs et des géologues anglais).

On peut donc le considérer comme le niveau supérieur du viséen.

Nous allons voir que l'étude des éléments de sa faune n'infirme pas cette manière de voir :

La plupart des fossiles du niveau 2 ont un cachet nettement viséen, *Productus semireticulatus*, *P. punctatus* et *Pugnax pugnus*, ne sont pas connus au-dessous du viséen et dominent surtout dans les couches supérieures de cet étage.

Productus Martini et *P. pugilis* ne sont que viséens.

Productus cf. *pustulatus* n'est comparable qu'à une forme de l'ouralien des Monts Ourals.

Enfin *Phillipsia Eichwaldi* nov. mut. se place à égale distance de la forme viséenne d'Europe : *Ph. Eichwaldi* Fisch. et d'une forme de l'ouralien du Missouri (Missourien) *Ph. Major* Schum. qui ne paraît être elle-même qu'une mutation de *Ph. Eichwaldi.*

Ces deux dernières espèces (*Productus* cf. *pustulatus* et *Phillipsia Eichwaldi* nov. mut.) tendent à rajeunir la faune du niveau considéré ici.

Ainsi, autant par sa position stratigraphique, que par ses caractères fauniques, le niveau à *Phillipsia Eichwaldi* nov. mut. doit être regardé comme la partie supérieure du viséen et peut être aussi comme la zone de passage au moscovien.

b) Coupes.

Etant donné l'importance des formations viséennes et le petit nombre de leurs affleurements, répartis dans l'axe de l'anticlinal du Nam Hin Boun sur une longueur de 200 kilomètres environ, nous allons donner toutes les coupes relevées dans cet étage.

Coupe de Pa Kung.— Ce sont les berges et le lit du Nam Tse qui nous en fournissent les éléments.

Les couches viséennes dirigées nord 60° ouest plongent de 10 à 20° au sud-ouest, et sont recouvertes en discordance par les grès et poudingues du trias.

La succession observable est la suivante de haut en bas :

6. — Grès et poudingues triasiques.

Discordance.

5. — Calcaire noir un peu schisteux contenant des Productus, parmi lesquels nous avons reconnu :

Productus giganteus Martin
Productus hœmisphericus Sow.

Ces couches sont visibles sur 15 mètres de puissance.

4. — Schistes noirs charbonneux 6 mètres.

3. — Calcaire noir avee filonnets de calcite 40 mètres.

2. — Quartzite à grain très fin, rubéfié par altération 10 mètres.

1. — Calcaire noir à filonnets de calcite.

Bien qu'aucun organisme n'ait été recueilli dans les assises inférieures au niveau 5, l'ensemble est attribuable au viséen.

Coupe du chemin de Ban Vang A La à Ban Tat Y Tou. — Le chemin de Ban Vang A La à Ban Tat Y Tou traverse une région très fracturée, où les relations stratigraphiques des terrains antérieurs à l'ouralien échappent; les contacts les plus inattendus se produisent fréquemment, les pendages étant le plus souvent déviés de leur sens habituel, ce qui peut s'expliquer, ainsi que nous le verrons plus tard, par l'existence de deux systèmes de cassures d'âges différents se coupant presque à angle droit.

Parmi les sédiments les plus élevés du substratum de l'ouralien, nous n'attribuons au viséen que de puissan.es masses de lydiennes avec calcaires noirs à filonnets de calcite, disposés épisodiquement dans les lydiennes, et tout à fait semblables à ceux de Pa Kung.

D'autres sédiments schisteux et siliceux, ceux-là fossilifères, paraissent appartenir au moscovien inférieur, nous en reparlerons plus loin.

Coupe de Ban Sa Lou. — Cette coupe s'observe sur le sentier de Ban Sa Lou à Ban Kha Han où, par suite d'un relèvement local, une partie du substratum des calcaires ouralo-permiens, qui dominent ici, affleure dans le flanc sud du Co San Kinh.

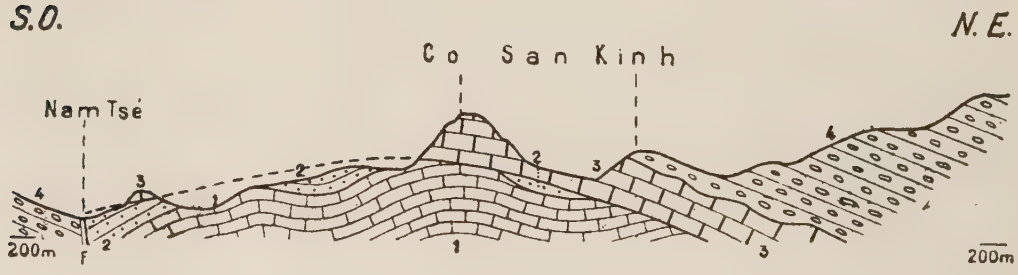


Fig. 10. — *Coupe du Co San Kinh, au sud-est de Ban Sa Lou.*

Échelle : 1/20.000

Légende : 1. Calcaires viséens ; 2. Grès moscoviens ; 3. Calcaires ouralo-permiens 4. Grès et poudingues triasiques ; F. Faille.

A Ban Sa Lou et aux abords de ce village, le Nam Tse coule à la limite des grès secondaires qui se tiennent sur sa rive gauche et du paléozoïque supérieur qui dresse ses escarpements calcaires sur sa rive droite. Le pendage se faisant en sens inverse, le contact des deux formations a donc lieu suivant une cassure.

La formation paléozoïque qui domine appartient à l'ouralo-permien ; ce sont des calcaires massifs de couleurs claires qui plongent au sud-ouest sur le versant occidental du Co San Kinh.

Quand on gravit le petit sentier qui conduit à Ban Kha Han, puis de là, à la perte du Nam Tse, on ne tarde pas à voir apparaître sous les calcaires massifs, des grès jaunes, très ferrugineux, qui plongent dans le même sens que l'ouralien, mais avec une inclinaison plus marquée, il y a donc discordance entre les deux formations. Ces grès. dont l'épaisseur est assez faible, recouvrent des calcaires noirs argileux et pyriteux qui pendent aussi dans l'ensemble au sud-ouest, mais de façon un peu variable, ils sont donc ondulés.

Ces calcaires noirs ont fourni un certain nombre de fossiles dans deux gisements situés de part et d'autre du prolongement sud-est de la crête calcaire du Co San Kinh ; en voici la liste :

Productus giganteus Martin var. *maximus* M. Coy
Productus hemisphaericus Sow.
Productus cf. *Cora* d'Orb.
Proboscidella sp.
(?) Reticularia lineata Martin
Spirigera protea Abich var. *subtilita* Hall
Caninia sp.

C'est, on le voit, la même faune qu'à Pa Kung.

Les grès qui surmontent ce viséen typique et que nous rencontrons pour la première fois sont moscoviens, ainsi qu'on le verra dans le chapitre réservé à cet étage.

Plus au nord-est, par suite d'un changement de pendage, cet anthracolithique inférieur disparaît définitivement sous l'ouralien dont les calcaires eux-mêmes ne tardent pas à s'enfoncer sous le trias.

Coupe au sud de Ban Na Hi.—C'est encore un relèvement transversal qui permet l'affleurement, sous l'ouralien, d'une série importante de carbonifère inférieur au sud de Ban Na Hi.

La coupe de cet anthracolithique s'observe sur le sentier de Ban Na Hi à Ban Song, à la montée du col du Pha Phène.

Les couches dinantiennes ondulées plongent dans l'ensemble assez faiblement au nord-nord-est sous les calcaires ouraliens légèrement discordants

La coupe relevée entre les cotes 150 et 430 est la suivante en partant du haut:

4.— Calcaires blancs ouraliens.
Discordance.

3.- Calcaires noirs ravinés à leur partie supérieure qui est souvent transformée en nodules et toujours érodée en surface. Une couche de quelques centimètres d'hématite brune sépare ces calcaires de ceux de l'ouralien. Les calcaires noirs contiennent à leur sommet des fossiles de la zone à *Glyphioceras striolatum* (moscovien inférieur) et à leur base des espèces qui ne sont connues au Pha Na Khieu que dans le niveau à *Phillipsia Eichvaldi* nov. mut. telles que :

Chonetes Hardrensis Phill. et *Schellwienella crenistria* Phill.

2.- Calcaires gris noirs, récifaux, avec parties schisteuses, constitués presque exclusivement par des polypiers et des coquilles de grands productus.

Dans cet horizon nous avons recueilli :

Productus giganteus Martin var. *Edelburgensis* Phill.
Productus giganteus var. *maximus* M. Coy
Caninia sp.
Syringopora sp.

1.- Série importante de lydiennes avec parties schisteuses et calcaires noirs à entroques subordonnés. La faune de ce niveau comprend surtout avec des bryozoaires et des encrines,

Phillipsia gemmulifera Phill.
Productus undatus var. *tortilis* M. Coy

Les parties les plus fossilifères de ce complexe de lydiennes sont situées près du contact avec les calcaires à *Productus giganteus.*

Dans cette coupe le niveau à *Phillipsia Eichwaldi* nov. mut. est mal individualisé, ce qui, à notre sens, peut être dû à une réduction d'épaisseur des dépôts de cet horizon.

Abstraction faite de la zone supérieure, que nous étudierons avec le moscovien, le dinantien de Ban Na Hi comprend deux horizons nettement caractérisés.

Au milieu, l'horizon à *Productus giganteus* déjà vu plusieurs fois, et avec lequel débute le viséen supérieur.

A la base, le complexe de lydiennes qui comprend sans doute la plus grande partie du viséen inférieur.

Environs de Ban Na Khieu. — Le sentier qui de Ban Na Khieu se dirige à l'ouest nord-ouest, vers la route de Thakhek à Vinh, traverse le Nam Phit sur des lits sensiblement horizontaux de calcaires gris, pétris de polypiers et de coquilles de *Productus* malheureusement très difficiles à dégager.

Nous y avons reconnu :

Productus giganteus Martin
Lithostrotion sp.
Caninia sp.

Ces calcaires qui constituent le sous-sol de la plaine de Ban Na Khieu se relient au nord-ouest, aux calcaires à *Productus giganteus* de la région de Ban Phit, dont la coupe a été étudiée précédemment. Nous n'y reviendrons donc pas.

Environs de Ban Luong. — Au sud-est de Ban Luong et à 3 km 500 de ce village, le chemin qui conduit à Ban Phit laisse, à l'ouest, des pentes abruptes de calcaires à fusulinidés qui, en ce point, esquissent un bombement de 2 kilomètres de diamètre environ ; sous cette voûte d'ouralien se montre un nouvel affleurement d'anthracolithique inférieur.

Le contact du dinantien avec l'ouralien se fait suivant une légère discordance marquée par un liséré d'hématite avec cailloux roulés.

Les formations qui affleurent ici appartiennent entièrement au niveau à *Productus giganteus*. Ce sont des alternances de calcaires construits et de lydiennes.

Nous avons recueilli dans les calcaires :

Productus cf. *giganteus* Martin
Syringopora sp.
Caninia sp.

Il est intéressant de noter ici l'intercalation fréquente de lydiennes, en couches importantes, dans cet horizon ; ce fait n'avait pas encore été constaté, il semblait au contraire que les lydiennes occupassent un niveau bien déterminé dans la série viséenne. (Coupe de Ban Na Hi).

Le viséen dans la coupe de Ban Na Khu à Ban Khoa. — Cette coupe, surtout intéressante pour l'étude des grès moscoviens, sera donnée plus loin. Il ne sera question ici que de deux affleurements d'âge dinantien.

Le plus oriental se trouve à 2 km. 500 à l'ouest de Ban Khoa, il ne comprend que des calcaires noirs à productus.

Ces calcaires, qui sont séparés de l'ouralien par une couche importante d'oxyde de fer avec galets de grès ferrugineux, m'ont livré un bel exemplaire de *Productus giganteus* var. *Edelburgensis* Phill.

Le second affleurement se trouve à 2 kilomètres environ, à l'est de Ban Na Khu.

Ce sont surtout des lydiennes avec schistes subordonnés et lits de quartzite à grain fin.

De ces lydiennes qui plongent de 10° à 15° au sud-ouest, sous les grès ferrugineux du moscovien, provient une valve dorsale de :

Productus punctatus Martin

Cette espèce, qui est connue dès le début du viséen, nous permet d'assimiler les couches qui la contiennent à l'horizon inférieur de Ban Na Hi.

Coupe de Ban Pha Lène. — Cette coupe, relevée sur le bord occidental du cirque occupé par les gisements de cassitérite du Nam Pha Tène, présente un très grand intérêt, puisqu'elle permet de dater les formations stannifères.

A 2 kilomètres au sud-est de Ban Pha Lène, les calcaires ouraliens du Pha Nang viennent buter par faille contre une série de lydiennes et de schistes plissotés horizontalement, qui affleure au pied sud du Phou Toun, dont la masse principale est constituée, de ce côté, par les grès ferrugineux que nous attribuons au moscovien.

Dans les schistes subordonnés aux lydiennes, nous avons recueilli :

Productus cf. *striatus* Fischer
Martinia glabra Martin

Ces fossiles qui paraissent indiquer un niveau peu élevé du viséen, placent donc la formation qui les contient à la base de cet étage.

Ce complexe de lydiennes avec schistes affleure fréquemment dans la vallée du Nam Pha Tène, mais en dehors d'encrines indéterminables, il ne s'est montré fossilifère qu'ici.

Sa position stratigraphique est toujours la même, il est inférieur aux grès ferrugineux qui, eux-mêmes, sont inférieurs aux calcaires ouraliens.

Dans le nord du cirque et près de la mine Bartholoni, ce viséen est au contact de granites monzonitiques et de diorites qui, dans certains cas, l'ont métamorphisé sur une assez grande épaisseur, le résultat de ce métamorphisme est souvent une pyroxénite.

Avec le viséen du Nam Pha Tène nous avons atteint les affleurements les plus septentrionaux du carbonifère inférieur de la bordure occidentale de la Chaîne annamitique. Plus au nord, un ennoyage de l'anticlinal du Nam Hin Boun, dans la basse vallée du Nam Ka Dinh, fait même disparaître l'ouralo-permien.

Pour retrouver de nouveaux dépôts viséens il faut, semble-t-il, aller beaucoup plus loin vers le nord-ouest, sur le plateau du Tran Ninh, où les gisements de Nong Po de M. M. Jacob et Dussault paraissent se placer dans le prolongement des nôtres, et peut-être sur le même anticlinal. [16-32]

a) Discussion des fossiles.

Si nous groupons par horizon tous les fossiles recueillis dans le viséen nous obtenons la liste suivante :

3. — Calcaire noir pyriteux.

Phillipsia Eichwaldi Fisch. nov. mut.
Productus punctatus Martin
Productus semireticulatus Martin
Productus Martini Sow.
Productus pugilis Phill.
Productus cf. *pustulatus* Tschern.
Schizophoria resupinata Martin
Schellwienella crenistria Phill.
Chonetes Hardrensis Phill.
Leptaena analoga Phill.
Reticularia lineata Martin
Pugnax pugnus Martin

2. — Calcaires gris noir récifaux avec lits schisteux.

Productus giganteus Martin
Productus giganteus Martin var. *Edelburgensis* Phill.
Productus giganteus Martin var. *maximus* M. Coy
Productus hemisphaericus Sow.

Productus cf. *Cora* d'Orb.
Proboscidella sp.
Athyris Royssii Leveillé
Spirigera protea Abich var. *subtilita* Hall
Reticularia lineata Martin
Bellerophon cf. *nodocarinatus* Hall
Bellerophon sp.
Caninia sp.
Cyathophyllum sp.
Lithostrotion sp.
Syringopora sp

1. — Lydiennes avec schistes et calcaires noirs subordonnés.

Phillipsia cf. *gemmulifera* Phill.
Productus undatus Martin var. *tortilis* M. Coy
Productus punctatus Martin
Productus cf. *striatus* Fisch.
Martinia glabra Martin.

Il est inconstestable que ces trois faunes sont viséennes ; les formes existant déjà dans le tournaisien y sont rares, nous citerons :

dans l'horizon 1, *Martinia glabra et Productus undatus*,

dans l'horizon 2, *Reticularia lineata* ;

dans l'horizon 3, *Reticularia lineata*, *Schellwienella crenistria*, *Schizophoria resupinata* et *Chonetes Hardrensis*.

Par contre, certaines espèces, telles que *Productus punctatus* et *Productus hemisphaericus* ne font leur apparition qu'à la base du viséen.

Le sous-genre *Proboscidella* n'est pas connu dans les couches inférieures de cet étage.

Enfin, nous avons vu que deux espèces du niveau 3, *Phillipsia Eichwaldi* nov. mut. et *Productus* cf. *pustulatus* Tschern. avaient des affinités ouraliennes.

La position stratigraphique de chacun des 3 horizons du viséen du Laos, déjà déterminée sur le terrain, est donc bien établie grâce à leurs caractères fauniques résumés ci-après :

1°. — Présence de *Productus punctatus* dès la base de la série viséenne.

2°. — Présence du genre *Proboscidella* dans le niveau à *Productus giganteus*.

3°. — Existence de formes à affinités ouraliennes dans l'horizon supérieur.

B. — Chaîne annamitique.

Les faciès des sédiments dinantiens, ou de ceux que nous pouvons considérer comme tels, sont très variés dans la Chaîne annamitique, malheureusement les dépôts de cet âge sont rarement fossilifères.

Les principales caractéristiques de cet étage sont les suivantes dans cette région :

1°. — Présence d'un poudingue de base sur l'emplacement de la Chaîne.

2°. — Raréfaction dans le viséen des faciès coralligènes et calcaires, qui se trouvent localisés en quelques points au sud-ouest d'une ligne jalonnant la bordure occidentale de l'anticlinal du Phou Sao. Un étroit liséré coralligène a pu cependant exister sur le versant oriental de cet anticlinal près de La Khé, mais il était excessivement réduit.

3°. — Développement de lydiennes avec schistes à radiolaires, au sommet de la série, au pied du versant occidental de la Chaîne annamitique et dans le pays de Qui Dat.

4°. — Accumulation de dépôts importants de quartzites et de schistes parfois lustrés sur quelques parties du massif du Phou Sao et plus au sud-est, dans le sillon du Rao Cay.

Ces faits ayant été mis en évidence, nous allons essayer, dans le tableau ci-après, de synchroniser les différentes formations dinantiennes de la Chaîne annamitique.

<table>
<tr><th rowspan="2">Etages</th><th colspan="3">Flanc occidental de l'anticlinal du Phou Sao.</th><th colspan="2">Pays de Qui Dat</th><th rowspan="2">Vallée supérieure du Ngan Sau,</th><th rowspan="2">Phou Sao vallée du N. Mo et dépression du N. Hung</th></tr>
<tr><th>Sud du Quang Binh</th><th>Muong Kam Keut. en avant des nappes</th><th>Muong Kam Keut. sous les nappes</th><th>Pays de Qui Dat proprement dit.</th><th>Sillon du Rao Cay</th></tr>
<tr><td>Viséen.</td><td>Calcaires noirs à Syringopora.</td><td>Lydiennes et calcaires à Syringopora.</td><td>»</td><td>Lydiennes</td><td rowspan="3">Lydiennes avec schistes à radiolaires. Grès et sch. séricitcux. Poudingue schisteux.</td><td>Schistes violets de La khé à Ph gemmulifera avec intercalation de calcaire récifal</td><td rowspan="3">Schistes et quartzites le plus souvent lustrés avec poudingues de base (pars)</td></tr>
<tr><td>Tournaisien.</td><td>?</td><td rowspan="2">Calcschistes à Martinia glabra Calcschistes à Productus et R. lineata</td><td>Conglomérat schisteux.</td><td rowspan="2">Calcaires à M. Ronensis. Schistes à P. cf. plicatilis Chonetes et schistes à C. cf. Dalmaniana. Grès avec schistes à Reticularia elliptica</td><td rowspan="2">Schistes à P. cf. plicatilis. Poudingues schisteux à Brachymetopus.</td></tr>
<tr><td>Dévonien Supérieur</td><td>Grès</td><td>Grès</td><td>Grès</td><td>Calcaires et cipolins</td></tr>
</table>

Dans les pages qui suivront, ce tableau nous servira de guide.

Pour chaque région, l'étude des limites et des coupes, ainsi que la discussion des fossiles, chaque fois qu'il y aura lieu de la faire, seront traitées séparément. Les raccords entre les différents faciès du dinantien seront faits dans les conclusions.

1°. — FLANC OCCIDENTAL DE L'ANTICLINAL DU PHOU SAO

a) *Sud du Quang Binh.*

Les dépôts les plus orientaux que nous connaissons, dans la Chaîne annamitique, sont des calcaires noirs à *Syringopora*, qui affleurent sur la rive droite du Song Dai Giang, entre Co Trang et la plaine du Quang Binh, au sud de Dong Hoi ; leur substratum visible comprend des schistes et des grès dévoniens ; mais le contact, avec les formations dévoniennes, ne peut pas s'observer, soit qu'il se fasse dans le lit même du fleuve, soit qu'il disparaisse sous la végétation et les éboulis ; on peut seulement dire que les dépôts dinantiens sont sensiblement horizontaux et jamais laminés, tandis qu'au-dessous le dévonien est très plissé et presque vertical. La discordance, entre les deux formations, est donc certaine.

Nous n'avons pas vu le sommet du dinantien et par suite son contact avec l'ouralien qui le domine ; tout ce qu'il nous est possible de dire, c'est que l'ouralien, à l'ouest de Co Trang, repose sur le dévonien tandis que, dans la basse vallée du Song Dai Giang, il se tient très haut, au-dessus du dinantien. On peut donc encore admettre, ici, une autre discordance entre le viséen et l'ouralien.

Ces faits sont en concordance parfaite avec ce que nous avons été habitué à voir au Laos.

Avant de passer au Muong Kam Keut nous mentionnerons des affleurements importants de lydiennes noires, sous les calcaires ouraliens du sillon du Rao Te ou d'Hang Rao ou, plus exactement, du prolongement de ce sillon au sud d'Hang Rao et au nord du pays Kha de Vin Co Roong. Nous considérons ces lydiennes, qui occupent une position analogue à celles du Nam Tse, comme étant d'âge dinantien.

b) *Muong Kam Keut.*

Dans cette région nous verrons séparément le tournaisien et le viséen.

1° — *Tournaisien.*

Nous avons déjà eu l'occasion de mentionner une série schisteuse et amygdalaire, parfois laminée et broyée, souvent aussi métamorphisée, dont la position stratigraphique constituait une anomalie. Nous l'avons rencontrée notamment dans la vallée du Nam Nhuong, remaniant des sédiments autochtones et supportant la série charriée siluro-dévonienne, dite nappe du Nam Nhuong.

La stratigraphie seule ne peut nous renseigner exactement sur l'âge de ce poudingue, d'origine autant tectonique que sédimentaire ; sa limite inférieure est donnée par le dévonien autochtone, elle ne saurait donc se placer au-dessous du sommet du dévonien ;

quant à sa limite supérieure, elle se place à l'époque de l'arrivée des nappes ; en outre nous avons déjà vu que ces nappes ne comprennent pas de terme plus récent que le dévonien calcaire et nous verrons bientôt qu'elles sont recouvertes par des lydiennes que nous avons des motifs sérieux de considérer comme viséennes. Il ne saurait donc y avoir de doute au sujet de l'âge des poudingues schisteux du Nam Nhuong, puisqu'ils sont post-dévoniens et anté-viséens, ils sont donc tournaisiens.

Vers l'ouest, ces poudingues disparaissent ; on peut dire que leur limite passe près du front des nappes et que leur formation a cessé avec l'arrêt de l'avancée de celles-ci, ce qui est logique d'ailleurs, puisque nous considérons ce dépôt comme d'origine tectonique.

Avec la bordure des poudingues tournaisiens nous approchons de la limite orientale du Muong Kam Keut.

C'est près de cette limite, aux environs de Ban Hin Ma, que nous allons trouver un autre type de tournaisien.

Nous avons vu antérieurement, en faisant l'étude des formations dévoniennes de cette région (pages 88-89), que la série dévonienne plissée, passait au dinantien, par des calcaires et des calcschistes comprenant à la fois des espèces du dévonien, telles que des Productelles et des formes possédant un cachet nettement carbonifère comme

Pugnax acuminatus Martin et *Reticularia* cf. *lineata* Martin.

Ces formations constituent donc bien une zone de passage ménagée entre le famménien et le tournaisien.

Dans cette région très plissée, nous n'avons pas observé de couches plus élevées du dinantien, au contact de l'horizon précédent. Mais plus au nord-ouest à 600 mètres de Ban Houei Ho, un peu en avant du point où la série paléozoïque disparaît sous les grès du trias, nous avons reconnu l'existence de calcaires noirs fossilifères, pendant presque verticalement au nord-est, entre des bancs de calcaires plus clairs sans fossiles.

Dans ces calcaires noirs nous avons recueilli :

Martinia glabra Martin
Spirifer cf. *Keokuk* Hall

De ces deux fossiles, le premier a une grande extension verticale, il est connu dans tout le carbonifère inférieur et moyen ; quant au second, il se laisse comparer à une espèce américaine, connue seulement à la base du carbonifère.

Cet horizon est donc bien, semble-t-il, d'âge tournaisien.

Avec ce gisement se limitent nos connaissances du tournaisien dans la région du Muong Kam Keut.

Nous allons voir bientôt que sur ce carbonifère plissé, s'en trouve un autre, parfois presque horizontal, qui lui est bien stratigraphiquement supérieur.

2°. — *Viséen*

Entre le village de Cammon, au sud-est, et le pays calcaire du moyen Nam Nhuong, aux environs de Ban Na Pang, au nord-est, se voient des lambeaux plus ou moins importants de lydiennes et de calcaires généralement noirs et lités en bancs minces.

Ces formations parfois plissées, surtout à leur base, d'autres fois presque horizontales, constituent une bande étroite de direction nord-ouest, dont la plus grande largeur n'atteint pas 25 kilomètres sur le parallèle du Pha Bo.

La succession stratigraphique, relevée en plusieurs points dans ces sédiments, est la suivante du sommet à la base :

2°. — Calcaires noirs avec calcschistes et schistes de même teinte à délits souvent rouges. Ces calcaires contiennent en quelques points des *Syringopora* et quelques autres polypiers.

1°. — Lydiennes noires sans fossiles.

Limites. — La limite inférieure peut être étudiée dans le canyon du Nam Hao, creusé entre les falaises calcaires du Pha Nhot San et du Pha Ka Chan, et dans celui du Nam Pon, dont il a été question précédemment à propos du dévonien autochtone.

Dans les deux cas, il est possible de voir les lydiennes plus ou moins plissées, reposer indifféremment sur le dévonien autochtone, sur le siluro-dévonien de la nappe du Nam Nhuong ou sur le poudingue schisteux que nous avons attribué au tournaisien.

Ces lydiennes sont donc post-tournaisiennes. Leur limite supérieure sera étudiée tout à l'heure.

La suite de la coupe montre suivant les points : soit les calcaires ouralo-permiens discordants au-dessus des lydiennes, soit des calcaires et des calcschistes noirs généralement peu plissés, intercalés entre les lydiennes et les calcaires ouraliens légèrement discordants au-dessus.

Les contacts sont rarement visibles ; en un point seulement nous avons pu noter l'existence d'une couche d'oxyde ferrugineux entre les lydiennes et l'ouralien.

La limite supérieure s'observe au nord de Ban Nam Giang.

Dans cette région, les calcaires noirs sont seuls visibles, les lydiennes se trouvant probablement plus bas ou plus à l'ouest.

Ce sont des calcaires noirs et des calcschistes, le plus souvent sans fossiles, mais contenant en certains points des *Syringopora*. Leur direction est sensiblement nord-ouest et ils s'enfoncent au sud-est sous des grès contenant de très mauvaises empreintes de bivalves. L'âge de ces grès est difficile à préciser ici. Nous verrons plus tard qu'ils peuvent être regardés comme moscoviens.

Les calcaires à *Syringopora* et les lydiennes, qui sont anté-moscoviens et post-tournaisiens, sont donc viséens, et les calcaires à *Syringopora* sont probablement synchroniques du niveau à *Productus giganteus* de l'anticlinal du Nam Hin Boun.

2°. — PAYS DE QUI DAT

Des différences de faciès nous ont incité à étudier séparément le dinantien du sillon du Rao Cay et celui du pays de Qui Dat proprement dit. Nous commencerons par ce dernier où nous envisagerons séparément le tournaisien et le viséen.

a) Pays de Qui Dat proprement dit.

1°. — *Tournaisien.*

Les dépôts de cet étage se présentent de façons différentes, selon que l'on considère ceux qui affleurent dans l'intérieur même du pays de Qui Dat ou ceux qui se trouvent à sa limite nord, en approchant du Rao Nay.

Les premiers, disposés surtout en plis étroits ou en écailles pincées au milieu du dévonien, sont en continuité de sédimentation avec les formations de cette période.

Quant aux seconds, ils débutent par un poudingue, et passent insensiblement au viséen ; comme ils sont identiques aux dépôts dinantiens du Rao Cay, nous les étudierons avec ceux-ci.

Limites. — Nous avons vu, en faisant l'étude du dévonien autochtone de la région qui nous occupe en ce moment, qu'il y avait eu continuité de la sédimentation du dévonien supérieur au tournaisien.

Les couches de passage entrevues sur la rive droite du Rao Cay, dans le Muong Bam (page 88),comprennent des intercalations schisteuses fossilifères, situées à la partie la plus élevée de la série des grès du dévonien supérieur.

Nous avons recueilli, en effet, dans ces intercalations schisteuses, une petite faune caractérisée par le mélange d'espèces dévoniennes et dinantiennes, dont voici à nouveau la liste :

Reticularia elliptica Phill.
Spirifer aff. *Sp. undifer* Rœm.
Athyris expansa Phill.
Strophalosia productoides Murch.
Productella cf. { *subaculeata* Murch. / *lachrymosa* Conrad

Puisque ces couches ne présentent aucune trace de remaniement, la présence de *Reticularia elliptica* Phill. et celle *d'Atrypa expansa* Phill., formes connues seulement dans le carbonifère inférieur, ne peut s'expliquer autrement que par le passage ménagé du dévonien au dinantien.

La limite supérieure du tournaisien se fait remarquer par une discordance angulaire très nette qui sépare les séries dévoniennes et tournaisiennes des lydiennes que nous attribuons au viséen.

Divisions et discussion des fossiles. — Etant donné les conditions d'affleurement des dépôts tournaisiens, il est impossible d'y établir des coupures basées sur la stratigraphie, la paléontologie elle-même ne peut nous renseigner d'une façon précise, aucun des fossiles recueillis n'appartenant à un niveau nettement déterminé.

Nous nous contenterons donc de constater l'existence de plusieurs zones fossilifères et d'indiquer sommairement leurs relations actuelles sur le terrain.

Voici, sans ordre stratigraphique, l'énumération des niveaux que nous attribuons au tournaisien :

Schistes jaunes un peu gréseux à *Productus* cf. { *plicatilis* Sow. / *Carringtoniana* Davidson

Schistes gris ou violacés à *Chonetes* cf. *Dalmaniana* de Kon.
Schistes à gastropodes indéterminables.
Calcaires gris noirs à *Martinia Ronensis* Mansuy.

Nous connaissons les schistes jaunes à productus et gastropodes en plusieurs points.

1°. — Dans le Nui Con Keo, où ils forment une écaille de 150 m. de puissance, coincée entre les grès du dévonien supérieur qui plongent à 45° au nord-est.

Dans la même montagne, d'autres écailles de schistes jaunes sont attribuables à ce niveau et peut-être au niveau à *Chonetes*.

2°. — Dans le Nui Da La, sur le sentier qui relie Bai Dinh à Tan Yen Xa, plusieurs écailles de schistes jaunes à encrines et gastropodes sont, comme précédemment, serrées entre d'épaisses masses de grès du dévonien supérieur. En deux ou trois points, des calcaires et des schistes noirs intercalés dans les schistes jaunes fossilifères appartiennent peut-être au niveau à *Martinia Ronensis*.

Le niveau à *Chonetes* est surtout bien développé au sud sud-ouest de Kim Bang, au pied nord du Nui Bo, où, sur une distance inférieure à 200 mètres, se voient deux écailles de schistes gris ou violacés à *Chonetes* cf. *Dalmaniana* et *Spirifer* sp. ; ces schistes sont pincés avec des calcschistes noirs entre des bancs de grès dévoniens. En approchant de Kim Bang, ces écailles, peut-être renversées, supportent un niveau de schistes noduleux qui fait songer aux poudingues schisteux du sillon du Rao Cay et de la région à l'est du Rao Nay. Nous verrons d'ailleurs bientôt, en étudiant le carbonifère inférieur de la partie nord du pays de Qui Dat, que les différences de faciès constatées dans le tournaisien sont purement locales, et qu'elles peuvent ne pas s'être maintenues pendant toute la durée de cette période géologique.

Nous mentionnerons encore un petit affleurement de schistes à *Chonetes*, coincé dans les grès dévoniens à 1 kil. au nord du Cha Noi, dans le Nui Dai Du.

En dehors du gisement des calcschistes à *Martinia Ronensis*, découvert par le Capitaine Laval et dont nous ignorons la position géographique exacte, nous ne connaissons qu'un seul affleurement appartenant à cet horizon, il se trouve sur le chemin de Cha Cung à Lanh Lanh, à 3 kil. au sud de Buc To. La puissance totale des schistes et calcschistes appartenant à ce niveau atteint 200 mètres, mais la couche fossilifère n'a pas plus de 0^m, 50 d'épaisseur. Les calcschistes à *Martinia Ronensis* paraissent plonger presque verticalement au sud sud-ouest entre les grès dévoniens, toutefois les contacts des deux formations n'étant pas visibles, on ne saurait être très affirmatif.

L'attribution de cet horizon au carbonifère repose sur les affinités très grandes de son unique fossile : *Martinia Ronensis* Mansuy avec deux formes du permo-carbonifère de la Salt Range : *M. Chidruensis* Waagen et *M. Warthi* Waagen, dont il n'est qu'une simple mutation.

Les deux autres horizons sont caractérisés chacun par un fossile, que nous avons pu comparer à des espèces apparaissant dans le tournaisien, mais montant aussi beaucoup plus haut :

Productus plicatilis est connu jusque dans l'ouralien ; *Productus Carringtoniana* paraît être plus localisé, mais nous ne sommes pas suffisamment renseigné à son sujet. Quant à *Chonetes Dalmaniana*, on le trouve jusque dans le niveau de Chokier, c'est-à-dire dans le Westphalien inférieur.

En somme, l'attribution au tournaisien des horizons qui précèdent, repose surtout sur le fait que les couches, qui les constituent, sont plissées avec le dévonien et supportent en discordance des sédiments probablement viséens.

2°. — *Viséen.*

Nous considérons comme appartenant à cet étage une série de lydiennes plissées, discordantes à la fois sur leur substratum et sous leur couverture de calcaires ouraliens et permiens.

Ces lydiennes ne subsistent plus aujourd'hui que dans des synclinaux, où elles ont été conservées grâce à un revêtement partiel de calcaires appartenant à l'anthracolithique supérieur ou de nappes de charriage post-viséennes. Leur aire d'extension est assez facile à délimiter. Au nord, elles ne dépassent pas une ligne dirigée est-nord-est depuis Tan Yen Xa, village situé à peu de distance du Rao Cay et sur sa rive droite, jusqu'à Tan Ninh Phuong sur le Rao Nay ; au sud, les lydiennes disparaissent sous l'épaisse carapace d'ouralien du massif de Ke Bang qu'elles percent en de rares endroits ; dans cette direction elles paraissent rejoindre les masses reconnues dans le viséen de l'anticlinal du Nam Hin Boun ; vers l'est elles dépassent un peu le méridien d'Hang Rao (Y = 106° 17) ; enfin vers le nord-est, leurs masses principales se terminent sensiblement avec le pays de Qui Dat, c'est-à-dire à la cassure du Rao Nay. Quelques échantillons de lydiennes nous ont montré qu'elles étaient constituées par des débris de radiolaires.

Latéralement, à l'ouest, au nord-est et à l'est, les lydiennes passent progressivement à des schistes et à des grès qui ont été quelquefois légèrement métamorphisés, soit par dynamisme, soit aussi par l'ascension du magma granitique.

La zone de passage aux grès et aux schistes se fait remarquer par sa richesse en crinoïdes et parfois aussi en brachiopodes indéterminables.

Nous verrons dans nos conclusions quels résultats intéressants pour la paléogéographie de l'époque dinantienne, on peut tirer de ce variations de faciès.

b) Sillon du Rao Cay.

Dans la vallée du Rao Cay affleure une formation assez spéciale que nous serons habitué à rencontrer sur de grandes étendues en Annam et dans la Chaîne annamitique à partir et au nord de la vallée du Nam Hung.

Ce sont des schistes, souvent violacés, mais aussi gris-noirâtre ou verdâtres et des grès ou des quartzites dont les faciès peuvent changer suivant la situation géographique et la position tectonique.

Ces formations débutent au-dessus des grès du dévonien supérieur par un conglomérat schisteux, le plus souvent à galets de quartz, mais comprenant aussi des schistes noirs, durcis et des calcaires noirs.

Dans la région située au nord de la ligne de Thanh Lang — Dong Van, des grès et des schistes gris ou violacés avec intercalations de schistes fossilifères jaunes font le passage au tournaisien du pays de Qui Dat. Nous avons pu y constater l'existence de deux horizons connus : les schistes à gastropodes et ceux à *Chonetes* cf. *Dalmaniana*.

Les schistes à gastropodes constituent quelques affleurements dans le Dong Phuong, au sud-ouest de Kim Lu. Quant à l'horizon à *Chonetes* cf. *Dalmaniana* il affleure plus largement dans le chemin de Dong Van à Qui Dat sur le versant est du Cau Rong.

Au sud de la ligne Thanh Lang-Dong Van, on note un commencement de métamorphisme qui se traduit surtout par un nourrissement des quartz qui ont perdu la netteté de leurs contours et émettent des prolongements filiformes ; en même temps, se manifeste assez souvent aussi du dynamométamorphisme ayant amené la production d'éléments nouveaux : séricite et muscovite ; dans ce cas, la roche est laminée et prend souvent un aspect satiné et lustré.

En un seul point, près du Len Khu Moi, on note la présence d'un épisode de lydiennes avec schistes noirs à radiolaires. Ces lydiennes identiques à celles de Qui Dat, dont elles ne sont éloignées que par une très petite distance, sont certainement du même âge ; elles seraient donc viséennes.

Il y a donc lieu d'admettre que les grès et schistes du Rao Cay englobent tout le dinantien ; peut-être montent-ils plus haut.

Une discordance angulaire très nette les sépare d'un revêtement qui comprend indifféremment les calcaires de l'anthracolithique supérieur ou les poudingues du trias.

3°. — VALLÉE SUPÉRIEURE DU NGAN SAU

Dans la vallée du Rao Cay, nous avons vu des poudingues schisteux que nous avons attribués à la base du dinantien sans autre preuve que leur position au-dessus des grès du dévonien supérieur.

Nous allons voir, ici, un poudingue ayant un faciès analogue, la même position stratigraphique et contenant des fossiles.

En outre, la coupe que nous avons relevée entre les deux branches de la vallée supérieure du Ngan Sau aura l'avantage de nous montrer plusieurs horizons fossilifères étagés jusqu'au viséen, et de nous mettre en présence d'une intrusion de microgranite de bordure.

Les limites et les divisions du dinantien seront données en même temps dans cette coupe, qui résume bien nos connaissances sur l'anthracolithique inférieur de cette région.

Fig. 11. — *Coupe du Dong Tho*

Echelle : 1/50.000

Légende : 1. Calcaires et calcschistes supposés dévoniens ; 2. Grès du dévonien supérieur ; 3. Poudingues de base du dinantien ; 4. Schistes tournaisiens ; 5. Quartzites dinantiens ; 6. Schistes violets du viséen avec intercalation calcaire ; 7. Calcaires ouraliens ; 8. Microgranite de bordure ; a^2 alluvions.

Coupe du Dong Tho entre Chuc A et Phuc Trach complétée, pour la partie orientale par les renseignements donnés par la coupe de la station de La Khé.

La vallée de Chuc A est creusée dans une clé de voûte anticlinale, qui fait affleurer des calcaires noirs dolomitiques et des calcschistes, entre les grès du dévonien supérieur, inclinés presque verticalement au nord-est.

Quand on gravit les pentes occidentales du Dong Tho, par l'un des sentiers qui se rendent vers Phuc Trach ou La Khé, on recoupe d'abord les schistes jaunes à *Productus* cf. *plicatilis* et fenestelles, puis au-dessus une puissante série de schistes gris qui se suivent jusqu'au-dessous de la crête

La grande épaisseur de ces schistes nous fait supposer qu'ils constituent une série de plis isoclinaux empilés.

Avec la crête, on retrouve les grès du dévonien supérieur, qui occupent presque tout le versant oriental de la montagne.

Un paquet de schistes gris-verdâtre, et de schistes siliceux très fins, disposé en étroit synclinal, divise la masse gréseuse en deux anticlinaux secondaires.

En approchant des pentes inférieures, les grès s'enfoncent sous les schistes verdâtres qui débutent par une sorte de poudingue contenant, avec des fossiles dinantiens, des formes dévoniennes. Nous avons mentionné cette faune dévonienne dans le chapitre réservé à l'étude des formations de cette période (page 100).

Voici, parmi la nombreuse faune dinantienne de ce niveau, la liste des formes que leur état de conservation suffisant a permis de rapprocher d'espèces connues ou de recevoir une détermination générique certaine.

Brachymetopus sp.
Productus cf. *plicatilis* Sow.
Athyris cf. *ambigua* Sow.
Schizophoria cf. *resupinata* Martin
Spirifer cf. *subconvolutus* de Kon.
Schellwienella crenistria Phill.
Chonetes sp.
Zaphrentis Omaliusi M. E. et H.

La partie supérieure des schistes verdâtres vient buter contre une intrusion de microgranite monzonitique de bordure, qui affleure sur 2 à 300 mètres de puissance, en formant une bande dirigée nord-ouest ; cette bande dessine une ligne de petites collines devançant de quelques centaines de mètres le pied oriental du Dong Tho.

Sur la roche éruptive viennent s'appuyer, à l'est, des quartzites à grain fin et des grès sériciteux qui appartiennent à la base de la série anthracolithique du Rao Cay.

Avec cette formation nous arrivons dans la plaine de rizières du Ngan Sau et de Phuc Trach, qui s'étend de là sur 4 à 5 kilomètres de distance transversale, jusqu'à la chaîne de collines du Ru Goi où affleurent des grès et schistes semblables à ceux du Rao Cay.

Une ligne de rochers calcaires venant du col de Khe Net, au sud-est, hérisse la plaine de Phuc Trach et en interrompt la monotonie.

La coupe la plus complète que nous ayons relevée dans cette bande rocheuse, nous a été fournie par les deux pitons de la station de La Khê.

Ce sont des calcaires cristallins, blancs ou gris-clair, laminés, à pendage presque vertical au nord-est. Vers l'ouest, ils s'appuient sur des schistes violets, sériciteux, fossilifères, au milieu desquels se voit une mince écaille, complètement laminée, de calcschistes noirs à polypiers.

A l'est, ces calcaires blancs que nous considérons comme ouraliens, se terminent par une brèche de friction à éléments calcaires et ciment partiellement siliceux, bien visible en différents points, dans le lit du Ngan Sau.

La faune des schistes violets comprend les éléments suivants qui permettent de la placer dans le viséen.

Phillipsia gemmulifera Phill.
Phillipsia cf. *dubia* Etheridge
Productus cf. *sphaericus* Sow.
Productus cf. *Cora* d'Orb.
Chonetes comoides Sow.
Reticularia cf. *lineata* Martin
Schellwienella crenistria Phill.

Quant à l'intercalation de calcschistes, ses fossiles sont trop mauvais, trop écrasés pour supporter des comparaisons ; cependant, par leur taille ou par leur ornementation, les anthozoaires et les productus rappellent les formes géantes du

niveau à *Productus giganteus* du Laos. Nous considérons donc les schistes violets et les calcschistes de La Khé comme synchroniques du viséen à *Productus giganteus* de l'anticlinal du Nam Hin Boun, et les calcschistes, en particulier, comme le témoin ultime, vers le nord-est, des récifs coralligènes de cette période géologique.

En somme, la coupe du Dong Tho nous donne les renseignements les plus complets sur le dinantien de la Chaîne annamitique et sur les raccords possibles avec les différents faciès que nous avons eu l'occasion d'observer, tant au Laos que dans le sillon du Rao Cay et dans le pays de Qui Dat.

La position analogue, sous les calcaires ouralo-permiens, des schistes violets de La Khé, des lydiennes du pays de Qui Dat et des grès et schistes à intercalations de lydiennes à radiolaires du Rao Cay, en permet la synchronisation directe. Tout le reste n'est que question de détail et s'explique par les conditions paléogéographiques.

La coupe du Dong Tho s'applique à toute la haute vallée du Ngan Sau, entre les régions de Thanh Lang au sud et de Trung Thanh au nord.

Plus au nord, nous pénétrons dans le domaine des nappes hercyniennes.

A l'ouest, au col de Dong Tinh, nous mentionnerons, une seconde fois, des poudingues et des schistes à fossiles remaniés, d'apparence dévonienne, qui s'intercalent presque horizontalement entre le dévonien et la nappe hercynienne ; ces poudingues sont probablement du même âge que ceux du Dong Tho.

Discussion des fossiles. — En resumé, la vallée supérieure du Ngan Sau nous a mis en présence d'une série dinantienne dans laquelle trois horizons se sont montrés fossilifères.

Avant de dire quelques mots des différents fossiles constituant les faunes de ces horizons, nous en donnerons la liste complète dans l'ordre stratigraphique probable.

3°. — Schistes de La Khé, avec intercalation de calcschistes à grands productus et polypiers, contenant :

Phillipsia gemmulifera Phill.
Phillipsia cf. *dubia* Etheridge
Productus cf. *sphaericus* Sow.
Productus cf. *Cora* d'Orb.
Chonetes comoides Sow.
Reticularia cf. *lineata* Martin
Schellwienella crenistria Phill.

2°. — Schistes gris verdâtre sans fossiles et schistes jaunes à

Productus cf. *plicatilis* Sow.
Fenestella.

1°. — Schistes avec poudingues de base contenant, avec des fossiles dévoniens emaniés, les formes suivantes:

Brachymetopus sp.
Productus cf. *plicatilis* Sow.
Athyris cf. *ambigua* Sow.

Schizophoria cf. *resupinata* Martin
Spirifer cf. *subconvolutus* de Kon.
Schellwienella crenistria Phill.
Chonetes sp.
Zaphrentis Omaliusi M. E. et H.

Par certaines de ces espèces, la faune des schistes de La Khé possède un caractère viséen exclusif ; nous citerons notamment *Phillipsia gemmulifera*, *Chonetes comoides* et *Productus* cf. *sphaericus*, qui sont parmi les fossiles les plus caractéristiques du viséen d'Europe.

Quant aux autres fossiles de ce niveau, ils sont connus surtout dans le carbonifère inférieur, mais certains d'entre eux ont une extension verticale considérable, tels sont :

Productus cf. *Cora* et *Reticularia lineata*.

Nous ne dirons rien de *Productus* cf. *plicatilis*, dont nous avons parlé plusieurs fois, et qui, ici comme dans le pays de Qui Dat, caractérise également un niveau spécial du carbonifère inférieur.

La faune des schistes avec poudingues, de la base de la série carbonifèrienne du Ngan Sau, possède aussi quelques espèces qui permettent bien de la considérer comme tournaisienne telles sont:

Brachymetopus sp. dont le genre paraît cantonné à la base du dinantien, *Zaphrentis Omaliusi* et *Spirifer subconvolutus*, qui ne sont pas encore connus au-dessus du tournaisien supérieur.

Les autres formes de cet horizon ont toutes une extension verticale beaucoup plus grande, mais certaines d'entre elles, telles que : *Productus plicatilis* et *Schizophoria resupinata* sont plus abondantes à la base du carbonifère.

PHOU SAO, VALLÉE DU NAM HO ET DÉPRESSION DU NAM HUNG

Dans ces régions affleurent des masses énormes de sédiments schisteux et gréseux, très plissés, souvent lustrés, peu métamorphisés et très dynamométamorphisés.

Ces sédiments sont, au moins partiellement, du même âge que la série dinantienne du Rao Cay.

Leur âge précis est difficile à établir, ils sont compris entre le dévonien le plus élevé des nappes hercyniennes et des coulées acides, qui peuvent appartenir à l'anthracolithique tont à fait supérieur et, avec beaucoup plus de doute, à l'extrême base du trias.

On peut donc dire de ces dépôts, qu'ils représentent presque toute la durée de l'anthracolithique. C'est pourquoi nous en réserverons l'étude pour ne la faire qu'après celle des derniers sédiments de cette période.

C. — Bordure orientale de la Chaîne Annamitique.

Ce que nous venons de dire pour le dinantien du Phou Sao, du Nam Mo et du Nam Hung s'applique également à la série de schistes et de grès souvent lustrés de la bordure orientale de la Chaîne annamitique.

C'est le même faciès qui s'est étendu pendant toute la durée de l'anthracolithique, à la fois sur l'Annam et dans certaines parties de la Chaîne, depuis la Porte d'Annam et Badon au sud jusqu'à la limite nord des régions dont l'exploration géologique fait l'objet du présent ouvrage.

Nous n'avons donc aucune raison pour séparer l'étude des dépôts de cet âge dans cette partie de l'Indochine. Cette étude sera faite, ainsi qu'il a été dit plus haut, après celles de tous les autres sédiments de la période anthracolithique.

MOSCOVIEN

Il y a quelques années, M. Deprat avait attribué au moscovien la partie des calcaires ouraliens que caractérisent *Neofusulinella praecursor* Deprat et *Fusulinella quadrata* Deprat [16].

Sur les indications de M. Dussault, nous avons repris l'étude des calcaires à *Productus* des environs de Kam Keut. Ces recherches nous ont amené à reconnaître que les calcaires à *Neofusulinella praecursor* se confondaient avec l'horizon des calcaires à *Productus* le plus riche de la région et que, d'autre part, il n'y avait aucune relation entre ce niveau et celui à *Schwagerina princeps* Ehr., en effet, à Kam Keut, dans la falaise calcaire située au nord du village, ces deux horizons sont séparés par environ 200 mètres de calcaires à peu près stériles.

Par ailleurs, nous avons reconnu que si la faune des calcaires à *Neofusulinella praecursor* présentait des caractères archaïques certains, ainsi que nous le verrons plus tard, elle n'en contenait pas moins un grand nombre de formes de l'ouralien des Monts Ourals.

Il n'est donc pas douteux que cet horizon soit ouralien et non moscovien contrairement aux affirmations de M. Deprat.

Le véritable moscovien, ou celui qu'il est logique de considérer comme tel, n'avait pas encore été identifié, au moment où nous avons entrepris nos recherches.

Les dépôts de cet âge ne sont nettement caractérisés qu'au Laos, dans l'anticlinal du Nam Hin Boun, et en quelques points assez rares à la limite occidentale de la Chaîne annamitique.

Dans ces régions, le moscovien comprend deux niveaux très différents :

Le plus élevé est détritique, ce sont des grès plus ou moins grossiers, ferrugineux, avec lits d'argiles micacées, à débris de plantes et poudingues littoraux.

Le niveau inférieur est marin, il correspondrait à un maximum de profondeur. Ce sont des calcaires noirs, sulfureux, à goniatites et brachiopodes. Cet horizon est bien

caractérisé par *Glyphioceras striolatum* Phill. l'espèce la plus caractéristique du moscovien inférieur d'Europe.

En Annam et dans certaines parties de la Chaîne annamitique, il est convenable d'attribuer au moscovien une partie de la puissante série de schistes et de grès, souvent lustrés, du complexe post-dévonien du Song Ca et des massifs côtiers dont nous ferons l'étude après celles de tous les autres dépôts de l'anthracolithique. Il ne sera donc question pour le moment que du moscovien de la bordure occidentale de la Chaîne annamitique.

a) *Limites.*

Par leur base les calcaires à goniatites passent insensiblement au viséen supérieur, à *Phillipsia Eichwaldi* Fisch. nov. mut. cette zone de transition a été précédemment étudiée (pp. 109 et suiv. fig. 9) ; on l'observe très bien à la base de l'éperon occidental du Pha Na Khieu près du km. 51,500 de la route de Thakhek à Vinh. C'est de ce gisement, dit aussi de Ban Phit, que proviennent la majorité des fossiles que nous avons recueillis dans l'horizon à goniatites, en voici la liste :

Daraelites praecursor nov. sp.
Pronorites aff. { *P. cyclolobus* Phill. / *P. præpermicus* Karp.
Nomismoceras Kiliani nov. sp.
Glyphioceras striolatum Phill.
— — *Beyrichianum* de Kon var.
— — — — var. *biplex* (?) Haug
Glyphioceras cf. *reticulatum* Phill.
Orthoceras sp.
Nautilus sp. aff. *N. Nikitini* Tzwetæv
Nautilus sp.
Temnocheilus cf. *posttuberculatis* Karp.
— *dorso-armatus* Abich
Leptaena analoga Phill.
Productus punctatus Martin
Productus nov. sp. aff. *P. aculeatus* Martin
— *elegans* M. Coy
— *costatus* Sow.
— *Weberi* Yanis.
Marginifera cf. *longispina* Sow.
— aff. M. *longispina* Sow.
Martinia rhomboidea M. Coy
— *glabra* Martin
— aff. M. *linguifera* Phill.
Reticularia lineata Martin
Reticularia nov. sp.
Spirifer bisulcatus — Strangwaysi nov. mut.

Spirifer bisulcatus Sow.
Spirifer cf. *Trautscholdi* Stuck.
Spiriferina (?) *subcristata* Netsch. nov. mut.
Athyris globularis Phill.
Athyris subtilita Hall
Camarophoria rhomboidea Phill.
Pugnax granum Tschern.
Pugnax pugnus Martin
Schizophoria resupinata Martin

Nous attirerons dès à présent l'attention sur la présence dans ce niveau, bien situé stratigraphiquement d'une forme du genre *Daraelites*, inconnu jusqu'à ce jour en dehors du permien.

La limite supérieure du moscovien est nette. D'une façon très générale, les grès et poudingues, qui terminent cet étage, s'enrichissent en fer à leur partie supérieure et supportent transgressivement et en discordance soit les calcaires ouraliens, soit les poudingues du trias.

Les deux horizons du moscovien : calcaires à céphalopodes et grès sans fossiles, n'ont aucune relation entre eux. Une lacune sédimentaire, en même temps que des mouvements orogéniques, séparent ces deux formations qui sont discordantes l'une sur l'autre, les grès reposant indifféremment sur les calcaires à *Glyphioceras striolatum* ou sur des couches inférieures à ceux-ci.

Une limite plus nette que la limite du viséen et du moscovien, et au moins aussi nette que celle qui sépare le moscovien de l'ouralien, se place donc entre les calcaires à goniatites et les grès sans fossiles.

Les quelques coupes que nous allons donner nous mettront bien en présence de ces faits.

b) Coupes.

Nous ne connaissons les couches inférieures du moscovien que de quatre points, dont deux, Ban Na Hi et Ban Phit, nous sont déjà connus ; les deux autres sont situés l'un sur le sentier de Ban Vang A La à Ban Tat Y Tou et l'autre à 3 k. 700 au nord-est de Mahaxay, sur le chemin qui relie ce village à Ban Dang.

Sur le chemin de Ban Vang A La à Ban Tat Y Tou, des calcschistes noirs et des schistes violacés fossilifères forment le substratum de l'ouralien, aux abords de l'Houei Soub Phi.

Nous avons recueilli tant dans les calcschistes que dans les schistes la petite faune suivante :

Productus cf. *tenuistriatus* de Vern.
Productus Cora d'Orb.
Schellwienella crenistria Phill.
Fenestella sp.

Par la présence de *Productus* cf. *tenuistriatus* cette faune paraît appartenir à l'horizon à *Glyphioceras striolatum* Phill.

Au sud de Ban Na Hi, les calcaires noirs du moscovien inférieur ne sont que la partie supérieure des calcaires à *Productus giganteus ;* comme dans la coupe bien connue du Pha Nha Khieu, il y a passage insensible d'une étage à l'autre.

La faune recueillie dans ce niveau terminal des calcaires noirs comprend :

A la partie la plus élevée,

Glyphioceras sp.
Leptaena analoga Phill.
Spirifer bisulcatus — Strangwaysi nov. mut.
Athyris subtilita Hall

et un peu plus bas :

Chonetes Hardrensis Phill.
Schellwienella crenistria Phill.

Nous avons vu que ces deux espèces indiquaient probablement encore le viséen.

Ces calcaires, corrodés et pénétrés de limonite à leur surface supérieures supportent les restes très réduits d'un poudingue ferrugineux à galets de calcaire, noirs, qui les sépare des calcaires blancs et cristallins de la base de l'ouralien.

Au nord-est de Mahaxay, les calcaires noirs du moscovien inférieur dessinent une petite voûte anticlinale sous les calcaires ouraliens de teinte grise, riches en intercalations de phtanites. Suivant les points on note l'interposition, entre le moscovien inférieur et l'ouralien, de limonite avec cailloux de calcaires noirs ou de grès très ferrugineux. Ici comme à Ban Phit et Ban Na Hi, la surface des calcaires noirs est ravinée et pénétrée de limonite.

Nous avons recueilli dans ce gisement :

Phillipsia cf. *gemmulifera* Phill.
Glyphioceras cf. *Beyrichianum* Phill.
Orthoceras sp.
Productus tenuistriatus de Vern.
Productus ? *Strophomena* ?
Marginifera cf. *longispina* Sow.
Spirifer bisulcatus — Strangwaysi nov. mut.
Spiriferina subcristata Netsch.
Camarophoria rhomboidea Phill.

C'est dans cette localité seulement, que nous avons observé la superposition des deux horizons du moscovien.

Les grès sont connus sur une étendue beaucoup plus grande que les calcaires. Ils occupent tout le versant occidental de l'anticlinal du Nam Hin Boun où ils forment une bande continue que recouvrent indifféremment les calcaires ouraliens ou les poudingues du trias.

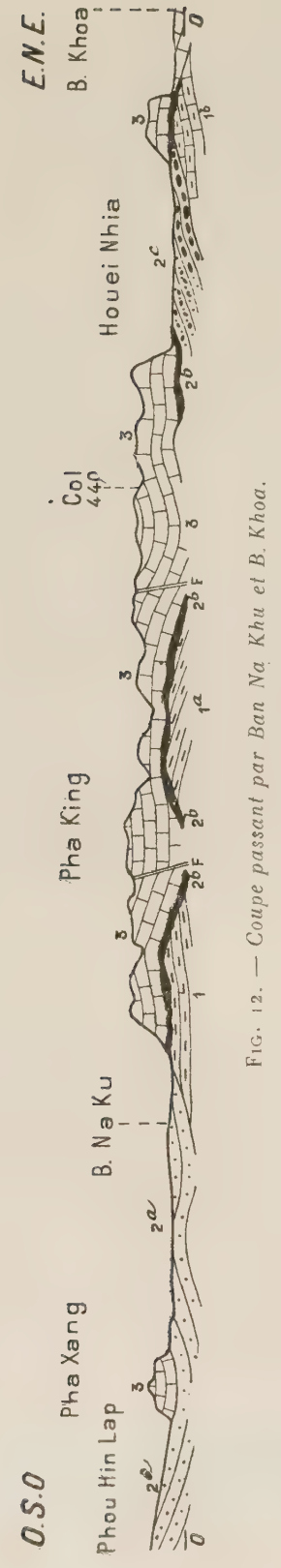


Fig. 12. — *Coupe passant par Ban Na Khu et B. Khoa.*

chelle : 1/100.000

Légende : 1a. Lydiennes à *Productus punctatus* ; 1b. Calcaires à *Productus giganteus*; 2a. Grès du moscovien ; 2b. Poudingues ferrugineux ; 2c Poudingue littoral ; 3. Calcaires ouralo-permiens ; F. Failles.

Ces grès très ferrugineux admettent surtout à leur bordure orientale des intercalations argileuses et micacées avec empreintes de végétaux indéterminables et des poudingues argileux qui font songer à un littoral.

Leur substratum se voit rarement ; près de Ban Sa Lou dans une coupe déjà mentionnée (p. 112, fig. 10), ils reposent sur les calcaires à *Productus giganteus*, tandis que dans la vallée du Nam Pha Tène, c'est avec la série des lydiennes du viséen que se fait le contact.

La coupe la plus intéressante que nous puissions donner de cette formation, c'est-à-dire celle qui nous fournira le plus grand nombre de renseignements, a été relevée en travers du Phou Hin Lap et du Pha King, suivant le trajet Ban Na Khu-Ban Khoa.

Voici cette coupe :

Le Phou Hin Lap appartient à la bordure occidentale de grès moscovien de l'anticlinal du Nam Hin Boun déjà mentionnée. Dans cette chaîne de collines, les grès dessinent un petit anticlinal, faiblement incliné, de direction nord-ouest. A l'ouest, ils s'enfoncent sous l'ouralien du Phou Nang None, tandis qu'à l'est, ils se relèvent légèrement en atteignant la falaise ouralienne du Pha King et laissent apparaître leur substratum de lydiennes viséennes.

Ce sont ces lydiennes qui, avec des encrines, contiennent le *Productus punctatus* Martin signalé antérieurement ; les lydiennes très peu inclinées au sud-ouest supportent, par l'intermédiaire d'un poudingue ferrugineux peu épais, les calcschistes ouraliens. De temps à autre se montre un petit paquet de grès argileux à empreintes de végétaux dont la position est la même que celle des poudingues.

Deux ou peut-être un plus grand nombre de fractures, intéressant toute la masse de Pha Kinh, produisent des décrochements avec pendage locaux un peu brusques.

Ces cassures dirigées nord-ouest divisent l'anticlinal du Nam Hin Boun en bandes parallèles.

Le sentier, après avoir traversé un affleurement important de schistes noirs avec lydiennes

plongeant au nord-est, franchit un passage très difficile, à travers les calcaires ouraliens pour gagner le col de Pha Kinh : c'est une entaille ouverte verticalement dans les flancs d'une falaise dont la descente dans le cirque du Houei Nhia est une véritable escalade de près de 100 mètres de hauteur.

L'arrivée dans le cirque se fait sur des poudingues ferrugineux semblables à ceux déjà rencontrés plusieurs fois. Par leur base, ces poudingues qui plongent doucement au sud-ouest, passent aux grès moscoviens qui, eux-mêmes, passent progressivement à une argile brune ou noirâtre très riche en limonite. Cette formation qui englobe des galets de calcaires noirs dont la grosseur augmente en allant vers l'est, s'amincit, puis disparaît pour faire place à des calcaires noirs à *Productus giganteus* qu'elle ravine fortement.

En approchant de Ban Khoa, les calcaires viséens pendent légèrement au sud-ouest et supportent en discordance des calcaires blancs ouraliens. Entre les deux formations se voit encore une mince couche de limonite avec cailloux roulés.

En résumé, cette coupe nous donne les renseignements suivants :

1°. — Transgression du moscovien gréseux qui repose sur l'un quelconque des termes du viséen.

2°. — Amincissement, en allant vers l'est, des grès moscoviens qui se terminent par un poudingue littoral.

3°. — Transgression de l'ouralien.

Nous ne sommes aucunement renseignés sur ce que devient le moscovien vers l'ouest. Tout ce que nous savons c'est qu'il disparaît avec son maximum d'épaisseur dans cette direction sous son revêtement transgressif d'ouralien ou de trias, dont l'épaisseur ne fait que s'accroître en allant vers le Siam.

Pour terminer nous citerons des grès ferrugineux à mauvaises empreintes de lamellibranches dans la région de Ban Hin Ma et de Ban Nam Giang.

A Ban Hin Ma, ces grès reposent le plus souvent sur la tranche des calcaires et calcschistes du dévonien et du tournaisien et supportent, soit l'ouralien, soit le trias.

Au Nord de Ban Nam Giang, ils recouvrent les calcaires viséens à *Syringopora* et supportent également, soit l'ouralien, soit le trias.

c) *Discussion des fossiles.*

Il ne sera naturellement question ici que des faunes des calcaires du moscovien inférieur, les débris de plantes ou les empreintes de lamellibranches fournis par les grès étant absolument inutilisables.

Les faunes des quatre gisements connus du moscovien inférieur présentant une similitude incontestable, nous les réunissons dans une seule liste que nous donnons ci-après.

Phillipsia cf. *gemmulifera* Phill.
Daraelites praecursor nov. mut.
Pronorites cf. { *P. cyclolobus* Phill. / *P. praepermicus* Karps.
Nomismoceras Kiliani nov. sp.
Glyphioceras striolatum Phill.
— *Beyrichianum* de Kon. var.
— cf. — — var. *biplex* (?) Haug
— cf. *reticulatum* Phill.
Orthoceras sp.
Nautilus sp. aff. *N. Nikitini* Tzwetaev
Nautilus sp.
Temnocheilus cf. *posttubercularis* Karp.
— *dorso-armatus* Abich
Leptaena analoga Phill.
Productus Cora d'Orb.
— *punctatus* Martin
— *tenuistriatus* de Vern.
— *elegans* M. Coy
— *costatus* Sow.
— *Weberi* Yanish.
— nov. sp. aff. *P. aculeatus* Martin.
Marginifera cf. *longispina* Sow.
— aff. *M. longispina* Sow.
Spirifer bisulcatus-Strangwaysi nov. mut.
Spirifer bisulcatus Sow.
Spirifer cf. *Trautscholdi* Stuck.
Martinia rhomboidea M. Coy
Martinia glabra Martin
Martinia aff. *M. linguifera* Phill.
Reticularia lineata Martin
Reticularia nov. sp.
Spiriferina (?) *subcristata* Netsch.
Athyris globularis Phill.
Athyris subtilita Hall
Camarophoria rhomboidea Phill.
Pugnax granum Tsch.
Pugnax pugnus Martin
— — Martin var.
Schizophoria resupinata Martin
Schellwienella crenistria Phill.

L'âge de cet horizon est donné d'une façon absolue par la présence d'un certain nombre de goniatites dont l'association est tout à fait caractéristique, telles sont : *Glyphioceras striolatum*, l'espèce la plus typique du moscovien inférieur, *Glyphioceras Beyrichianum* avec toutes ses variétés et *Glyphioceras* cf. *reticulatum*.

Parmi les autres espèces qui apparaissent au moscovien ou caractérisent cet étage, nous citerons : *Temnocheilus dorso-armatus*, *T. posttubercularis*, *Productus tenuistriatus* et *Spirifer Strangwaysi* dont la mutation *Sp. bisulcatus-Strangwaysi* se rapproche beaucoup.

Un grand nombre de formes apparaissent au dinantien et ont une extension verticale qui atteint ou dépasse le moscovien. Ce sont : les genres *Pronorites*, et *Nomismoceras*, puis *Productus Cora*, *P. punctatus*. *P. élégans*, *P. Costatus*, *P. Weberi*, *P. aculeatus*, *Marginifera longispina*, *Spirifer bisulcatus*, *Martinia rhomboidea*, *M. glabra*, *M. linguifera*, *Reticularia lineata*, *Athyris globularis*, *A. subtilita*, *Camarophoria rhomboidea*, *Pugnax pugnus*, *Schizophoria resupinata*, *Schellwienella crenistria*.

Une seule espèce ne paraît pas avoir été signalée au-dessus du viséen : *Leptaena analoga*.

Deux formes étaient encore inconnues au-dessous de l'ouralien ce sont : *Spirifer Trautscholdi* représenté d'ailleurs par une forme qui lui est comparable et *Pugnax granum*.

Enfin nous citerons d'abord une espèce identique à une coquille du permien de Russie : *Spiriferina subcristata*, mais sur l'identité de laquelle il subsiste un point de doute, car nous n'avons pu relever les ponctuations du test si caractéristiques du genre ; puis enfin, une espèce du genre *Daraelites* considéré, jusqu'à ce jour, comme tout à fait caractéristique du permien.

En résumé parmi la riche faune des calcaires à goniatites du moscovien inférieur de l'Extrême-Orient méridional :

Huit formes sont identiques ou comparables à des formes qui caractérisent le moscovien ou font leur apparition dans cet étage. Parmi ces fossiles, il convient d'insister sur la présence des formes les plus caractéristiques du moscovien inférieur.

Vingt ont une extension verticale qui va encore du dinantien jusqu'au moscovien, ou un peu au delà.

Une seule paraît n'avoir jamais été signalée en dehors du dinantien.

Une forme est comparable à une espèce ouralienne et une autre n'était connue que de cette période.

Enfin, deux seulement étaient ou semblaient être inconnues avant le permien.

L'âge moscovien inférieur de cet horizon est donc absolument indiscutable.

Ce fait étant nettement établi maintenant, le genre *Daraelites* ne peut plus être considéré comme un genre exclusivement permien, et sa période d'apparition doit obligatoirement être descendue à la base du carbonifère moyen.

A ce sujet nous signalerons l'existence dans l'ouralien d'Oklahoma (Amérique du Nord) d'une goniatite décrite par Girty comme un *Pronorites*. Le dessin incomplet de la ligne de suture de l'échantillon figuré paraît plutôt se rapporter à une forme du genre *Daraelites*, dont les denticulations des lobes auraient été enlevées par usure.

Pour terminer nous attirerons l'attention sur ce fait important que c'est la première fois que le niveau à *Glyphioceras striolatum*, bien développé dans certaines parties de l'Europe, a été signalé en Extrême-Orient; il était inconnu à l'ouest du méridien du guisement de la Chartymka, dans la Sibérie occidentale, exploré par de Verneuil il y a près d'un siècle.

OURALIEN ET PERMIEN

Dans les régions où l'ouralien et le permien sont fossilifères ils possèdent toujours le même faciès et sont par suite inséparables. Depuis la base de l'ouralien jusqu'au sommet du permien la sédimentation s'est effectuée régulièrement ; c'est pourquoi, tant que des études de détail ne permettront pas de séparer, points par points, les sédiments de chacun de ces étages, nous croyons qu'il est préférable de continuer de réunir, dans un même chapitre, l'étude de leurs formations.

Les calcaires ouralo-permiens sont connus depuis longtemps à l'ouest de la Chaîne annamitique et dans le pays de Qui Dat.

Les nombreuses récoltes de fossiles faites par les premiers explorateurs du Laos, en particulier celles de M. Dussault au Cammon, ont fait l'objet de beaux mémoires de M. Mansuy pour les mollusque et les brachiopodes et des études de M. Deprat pour les fusulinidés.

Ce dernier auteur, en réunissant ses découvertes personnelles et celles de MM. Lantenois et Dussault, dressa une échelle stratigraphique du permo-carbonifère qui ne comprend pas moins de 17 niveaux, caractérisés chacun par des fusulinidés ou par une association de fusulinidés.

Nous dirons quelques mots sur cette stratigraphie.

Le niveau inférieur caractérisé par *Paleofusulinella prisca* Deprat, serait dinantien. Mais d'après M^lle^ Colani [13], qui a eu l'occasion d'étudier plusieurs spécimens de ce fusulinidé recueilli par le Capitaine Patte dans les calcaires des régions de Pho Binh Gia et de Langson, ce fossile serait non pas une paleofusulinelle mais une fusulinelle appartenant non pas au dinantien, mais probablement à la base du permien.

Le second niveau caractérisé par *Neofusulinella praecursor* Deprat et *Fusulinella quadrata* Deprat, était placé dans le moscovien.

D'après les découvertes de M. Dussault [16], étudiées par M. Deprat, cet horizon aurait été rencontré en trois endroits : 1° dans le Pha Ki Mine, sur le bord du Mékong, un peu au Sud du parallèle de Xieng Khouang ; 2° sur le chemin du Tha Dua à Cammon dans le Muong Kam Keut ; 3° un peu plus au nord entre Thua Dua et B. Tha Veng (Tha Beng de M. Dussault). Dans le Pha Ki Mine, l'horizon à *Neofusulinella praecursor* reposerait sur des quartzites noirs probablement métamorphisés appartenant à un paléozoïque plus ancien. Nulle part dans la note de M. Dussault, il n'est question de l'existence de ce niveau dans la falaise située au nord de la plaine de Kam Keut, étudiée par l'auteur ; nous avons cependant reconnu sa présence partout, à la base de cette falaise à l'ouest du village de B. Na Pa Van, où la présence de cet horizon coïncide avec les plus beaux gisements de *Productus* connus dans le Cammon.

La coupe de la falaise de B. Na Pa Van donnée par M. Dussault d'après les déterminations de M. Deprat, serait la suivante de haut en bas :

3° — Calcaire à *Schwagerina princeps, Fusulina multiseptata* etc. dominant la plaine à 250 mètres environ.

2° — Calcaire sans fossiles ou avec quelques foraminifères.

1° — Calcaire à *Productus* et *Schwagerina princeps*, à la base de la falaise ; c'est le niveau fossilifère dont il est question plus haut.

Cette coupe ne diffère de nos propres observations que sur un seul point, la présence à la base de la falaise de *Schwagerina princeps* et l'absence de *Neofusulinella praecursor*. Or sur ce point nous sommes formel *Schwagerina princeps* n'existe pas dans les calcaires du niveau a *Productus*, alors que *Neofusulinella praecursor* et *Fusulinella quadrata* y sont très abondants.

Nous verrons plus loin que, par l'ensemble de leur faune, ces calcaires ne sont pas moscoviens, bien qu'ils contiennent *Neofuslinella prœcursor*, mais qu'ils appartiennent sans doute au niveau le plus bas de l'ouralien.

Nous n'insisterons pas davantage sur l'échelle stratigraphique de M. Deprat, si ce n'est pour dire, que malgré nos recherches sur l'ouralo-permien, dont les fusulinidés de trente quatre gisements ont été étudiés par M^lle^ Colani, il ne nous a pas été permis de recueillir toutes les espèces citées par M. Deprat ; d'ailleurs, d'après M^lle^ Colani plusieurs de ces formes sont fictives ou insuffisamment connues. Notre échelle stratigraphique sera donc beaucoup plus réduite.

Ce qu'il était intéressant de faire remarquer ici c'est :

1° — que toute la série des calcaires à fusulinidés est ouralo-permienne, elle ne comprend donc ni dinantien ni moscovien.

2° — que les calcaires à brachiopodes de la base de la falaise de Kam Keut sont bien ouraliens, sans appartenir à l'horizon à *Schwagerina princeps ;* leur niveau qui est celui de *Neofusulinella praecursor* se place sans doute à la base ou près de la base du carbonifère supérieur.

L'étude des faunes de brachiopodes de l'ouralien faites sous l'influence des déterminations de M. Deprat est à revoir en grande partie, surtout en ce qui concerne l'attribution de ces faunes à leurs niveaux respectifs, l'ensemble des fossiles recueillis dans les différents gisements ouralo-permiens ayant été attribué d'une façon presque générale à l'horizon à *Schwagerina princeps*. Cette révision que nous avons faite pour l'horizon à *Neofusulinella prœcursor* fera l'objet d'un Mémoire dont les principaux résultat sont exposés ici.

Nous ne connaissons de dépôts ouraliens et permiens bien datés que sur le versant occidental de la Chaîne annamitique et dans le Quang Binh, où les formations de cette période géologique, uniformément calcaires, sont souvent fossilifères. Au nord-est, c'est-à-dire dans la plus grande partie de l'Annam dont il est question dans ce travail et sur la Chaîne annamitique elle-même, il est logique d'attribuer à l'anthracolithique moyen et supérieur le sommet de la série des schistes, quartzites et grès souvent lustrés, et la plus grande partie, sinon la totalité des épanchements de porphyres pétrosiliceux acides: microgranites et rhyolites, ainsi que les dacites du Nghe An dont l'âge nous est donné par leur position entre la série lustrée anthracolithique et les poudingues du trias.

Nous ne nous occuperons pour le moment que de l'ouralo-permien calcaire.

La surface occupée par les affleurements de calcaires ouralo-permiens est encore considérable, et leur épaisseur a pu dépasser 1000 m.

Au sud du parallèle de Badon, ils constituent la plus grande partie des terrains affleurant aussi bien dans la Chaîne annamitique qu'au sud-ouest et à l'ouest de celle-ci ; plus au nord, l'ouralo-permien, probablement masqué en partie par un revêtement de grès secondaires au passage de la dépression trasversale du Nam Hung, est réduit à un épais placage qui s'étend le long de la Chaîne annamitique depuis Keng Den au sud-est jusqu'à Ban Tak au nord-est. C'est de cette longue bande discontinue, que proviennent presque tous les beaux gisements de brachiopodes du Cammon.

Plus au nord encore, le permo-carbonifère constitue quelques rochers isolés, tels que celui du signal géodésique du Phou Nang None et ceux qui affleurent, suivant une petite ligne de pitons peu élevés, sur la rive droite du Nam Sane, en amont de Tha Thom. Enfin, il est probable que les calcaires qui revêtent le plateau Meo de Nong Et, se raccordent au nord-ouest avec les calcaires à *Productus* reconnus par MM. Dussault et Roux aux environs de Ban Ban, un peu en dehors de la région que nous avons étudiée.

Le caractère principal de l'ouralo-permien calcaire est d'être transgressif et discordant. Ces faits ont déjà été mis en évidence dans l'étude des formations dinantiennes et moscoviennes.

Divisions et étude des divers horizons.

La succession des horizons de l'ouralo-permien dont l'existence peut être considérée comme nettement établie est la suivante de haut en bas.

Permien
- 6. horizon à *Sumatrina Annae* Volz, *Fusulina Gigantea* Dep. et *Doliolina*.
- 5. horizon à *Fusulina Douvillei* Col.

Ouralien
- 4. horizon à *Schwagerina princeps* Ehr., *Fusulina multiseptata* Schell., *Fusulina Alpina* var. *rossica* Schell., *Fusulina solida* Col. var. *Phoubokensis* Col., *Fusulina Japonica* Gümbel, *Fusulina tenuissima* Schell., *F. Chamchitensis* Col.
- 3. horizon à *Fusulina regularis* Schell. et *Fusulina multiseptata* Schell.
- 2^{bis} (?). horizon à *Fusulina Rouxi* Deprat.
- 2. horizon *a Neofusulinella praecursor* Deprat et *Fusulinella quadrata* Deprat.
- 1. horizon sans fusulines. Calcaires blancs, calcaires noirs à petits *Productus* silicifiés, grès à éléments de lydiennes.

A. — OURALIEN

Limite inférieure et horizon à Neofusulinella praecursor.

Lorsque le contact de l'ouralien et du substratum est visible, comme il est possible de l'observer assez souvent dans l'anticlinal du Nam Hin Boun et dans le pays de Qui Dat, le carbonifère supérieur ne contient généralement pas de fossiles ou ne contient que des fossiles dont il est impossible de tirer un renseignement stratigraphique.

Les couches les plus basses de l'ouralien sont surtout des calcaires blancs cristallisés, sans fossiles, et en quelques points des calcaires noirs contenant des débris de fossiles siliceux appartenant en particulier aux genres *Productus* et *Spirifer*. Au sud du Phou Ac, dans la région de la moyenne Sé Bang Fay, les calcaires blancs sans fossiles, qui occupent la base de l'ouralien dans l'axe de l'anticlinal du Nam Hin Boun, paraissent passer latéralement à une roche blanchâtre, siliceuse à grain très fin qui, au microscope, est un grès composé exclusivement de grains de phtanite à ciment quartzeux et ferrugineux. Ce grès de phtanite ne nous a pas donné de fossiles, mais près de Ban Na Mouane, au pied même du Phou Ac, il supporte la série fossilifère de calcaires gris ou blancs avec lits de phtanites intercalés qui constitue le piton isolé du Phou Pha Hom (non dénommé sur la carte). La partie claire des calcaires du Phou Pha Hom contient des foraminifères parmi lesquels Mlle Colani a reconnu : *Neofusulinella* sp. et *Fusulinella quadrata* Deprat; c'est, semble-t-il, le niveau à *Neofusulinella praecursor*, puisque *Fusulinella quadrata* se trouve toujours associée avec cette *Neofusulinella* et qu'elle est inconnue dans un autre horizon.

Si nous rapprochons cette observation, déjà assez précise, de celle faite par M. Dussault au Pha Ki Mine, sur les bords du Mékong [16], montagne dont il a été question précédemment, nous sommes autorisé à admettre que l'horizon à *Neofusulinella praecursor* est à la base ou bien près de la base de la série ouralienne.

Dans le Phou Pha Hom, ces calcaires ne contiennent guère que des foraminifères, tandis que plus au nord près de Kam Keut, ils ont livré à M. Dussault et à nous-même, l'une des plus riches faunes d'invertébrés qui soit connue dans les calcaires à *Productus* du monde entier.

Les fossiles de cet horizon ont été décrits en partie par M. Mansuy [41] qui les a attribués à l'horizon à *Schwagerina princeps* et ne les a pas séparés des autres gisements de la même localité ou de localités voisines appartenant à plusieurs niveaux.

C'est pourquoi nous avons cru utile de reprendre la question, afin de donner une liste bien homogène de ce niveau, intéressant surtout par sa situation à la base de l'ouralien.

La liste des fossiles que nous avons recueillis et déterminés de cet horizon de l'ouralien inférieur, est donnée dans le tableau suivant :

FAUNE DES CALCAIRES A NEOFUSULINELLA PRAECURSOR DE KAM KEUT (LAOS)

Numéros d'ordre	Liste des espèces	Etages ou horizons dans lesquels ces espèces ou les espèces types, s'il s'agit de mutations ou de variétés, ont été recueillies dans d'autres localités en dehors de l'Indochine
1	*Griffithides Depereti* nov. sp	»
2	*Glyphioceras Jacobi* nov. sp	»
3	*Bellerophon hiulcus* Martin	Viséen d'Europe.
4	*Euconospira striatula* Mansuy	»
5	*Euomphalus* sp. (?).	—
6	*Conocardium rostratum* Martin	Viséen de Belgique.
7	*Platyceras Khammonense* Mansuy	»
8	*Schizophoria Michelini* Lev. mut. *Orientalis* Mansuy.	Dinantien d'Europe.
9	*Schizophoria resupinata* Mart. nov. mut.	—
10	*Enteletes Lamarcki* Fisch. mut. *Ouralianus* nov. mut.	Moscovien de Russie.
11	*Enteletes pentamera* Eichw. mut *mirabilis* Mansuy	—
12	*Enteletes infracarbonica* Jan. mut. *Laosensis* nov. mut.	Dinantien de Russie.
13	*Derbya* cf. *regularis* Waagen	Zone à *Omphalotrochus* des Monts Ourals (Ouralien inférieur).
14	*Streptorhynchus* cf. *Tapajotense* Derby	Horizon à *P. Cora*. Monts Ourals (Ouralien moyen).
15	*Chonetes* cf. *variolata* d'Orb.	Depuis l'horizon à *P. Cora* jusqu'à l'artinskien.
16	*Productus* cf. *semireticulatus* Mart.	A partir du viséen jusqu'à l'artinskien, (d'après Schell).
17	*Productus Juresanensis* Tschern.	H. à *Omphalotrochus* des Monts Ourals.
18	*Productus Juresanensis* Tschern. var. *paucior-natus* nov. var.	—
19	*Productus punctatus* Mart.	Depuis le viséen jusqu'à l'ouralien supérieur.
20	*Productus punctatus* Martin mut. *Kamkeulensis* nov. mut.	—
21	*Productus punctatus* Mart. var. *élegans* M. Coy	Depuis le viséen jusqu'à l'ouralien supérieur.
22	*Productus punctatus* Mart. mut. *curvirostris* nov. mut.	—
23	*Productus* aff. *punctatus* Martin (=*P. pustulosus* Phill. in Mansuy).	—
24	*Productus Ferganensis* Yanishev mut. *Ouralianus* nov. mut. (= *P.* cf. *plicatilis* in Mansuy)	Dinantien de Russie.
25	*Productus pseudo-Leplayi* nov. sp.	»
26	*Productus Simensis* Tschern.	Horiz. à Schwagerines des Mts Ourals (Ouralien supérieur).
27	*Productus tenuistriatus*. de Verneuil mut. *Cammonensis* nov. mut.	Depuis le moscovien jusqu'à l'artinskien.
28	*Productus* cf. *spiralis* Waagen in Schellw.	Ouralien supérieur du Trogkofeld.
29	*Productus Rouxi* Mansuy	»
30	*Productus cancriniformis* Tscher.	Ouralien supérieur et artinskien des Monts Ourals.

FAUNE DES CALCAIRES A NEOFUSULINELLA PRAECURSOR DE KAMKEUT (LAOS)

Numéros d'ordre	Liste des espèces	Etages ou horizons dans lesquels ces espèces ou les espèces types, s'il s'agit de mutations ou de variétés, ont été recueillies dans d'autres localités en dehors de l'Indochine
31	*Productus Volgensis* Stuck.	Ouralien inférieur et moyen de Samara.
32	*Productus* cf. *transversalis* Tsch.	Horizon à Schwagerines.
33	*Productus Moelleri* Stuck.	Ouralien moyen et supérieur.
34	*Productus pustulatus* Keys.	Ouralien supérieur des Monts Ourals.
35	*Productus Gruenealdti* Krotow	Tout l'ouralien, surtout l'ouralien inférieur.
36	*Productus inflatus* M. Chesnay	—
37	*Productus cf. Humboldti* D'Orb.	Ouralien supérieur et artinskien de la Salt Range.
38	*Proboscidella lata* Tschern.	Ouralien supérieur et artinskien des Monts Ourals.
39	*Proboscidella Kutorgae* Tschern.	Ouralien supérieur des Monts Ourals.
40	*Marginifera involuta* Tschern.	Ouralien moyen à l'artinskien des Monts Ourals.
41	*Marginifera* cf. *involuta* Tschern.	—
42	*Camarophoria Kiliani* nov. sp.	»
43	*Camarophoria superstes* de Verneuil	Ouralien supérieur et artinskien.
44	*Camarophoria crumena* Martin	Tout le carbonifère.
45	*Pugnax Shumardiana* Girty	Capitan formation des Etats-Unis.
46	*Pugnax latus* nov. sp.	»
47	*Pugnax Laosensis* nov. sp. (= *P. osagensis* Schum. var. *minor* Mansuy).	»
48	*Rhynchonella Guebhardi* nov. sp.	»
49	*Rhynchonella confinensis* Schell.	Ouralien supérieur des Alpes Carniques.
50	*Rhynchonella* cf. *confinensis* Schell.	—
51	*Rhynchopora* sp. aff. *R. Nikitini* Schell.	Du moscovien à l'ouralien supérieur des Monts Ourals.
52	*Uncinulus Timorensis* Beyr. mut *Laosensis* nov. mut.	Ouralien supérieur et artinskien.
53	*Spirifer Cameratus* Morton	De l'ouralien moyen à l'artinskien de l'Oural.
54	*Spirifer fasciger* Keys.	Du moscovien à l'artinskien.
55	*Spirifer Wynnei* Waagen	Ouralien supérieur de la Salt Range.
56	*Spirifer* nov. sp. (=*S. Nikitini* Tsch. in Mansuy).	»
	aff. *S. Nikitini* Tschern.	Ouralien supérieur des Monts Ourals.
	aff. *S. macilentus* Schell.	Ouralien supérieur du Trogkofeld.
57	*Spirifer Tastubensis* Tschern. nov. mut.	Horizon à Schwagerines des Monts Ourals.
58	*Spirifer Fritschii* Schell.	De l'ouralien inférieur à l'artinskien.
59	*Spirifer bisulcatus* Sow. mut. *Laosensis* nov. mut.	Viséen et moscovien.
60	*Spirifer triplicatus* Mansuy. formes diverses (=*S. rectangulus* Kut. mut. *triplicatus* Mansuy).	»
61	*Spirifer triplicatus* Mansuy var. *ovalis* nov. var.	»
62	*Spirifer triplicatus-rectangulus* nov. mut.	»
63	*Spirifer Tibetanus* Dien.	Ouralien supérieur et artinskien
64	*Spirifer Dieneri* Tschern.	Horizon à Schwagerines des Monts Ourals.
65	*Spirifer Ufensis* Tsch.	—
66	*Spirifer* aff. *S. Ufensis* Tsch.	—

FAUNE DES CALCAIRES A NEOFUSULINELLA PRAECURSOR DE KAM KEUT (LAOS)

Numéros d'ordre	Liste des espèces	Etages ou horizons dans lesquels ces espèces ou les espèces types, s'il s'agit de mutations ou de variétés, ont été recueillies dans d'autres localités en dehors de l'Indochine
67	*Spirifer striatus* Martin	Carbonifère inférieur à l'ouralien inférieur.
68	*Spirifer* cf. *striatus* Martin	—
69	*Spirifer Condor* d'Orb.	Ouralien moyen et supérieur.
70	*Spirifer Condor* d'Orb. nov. var.	—
71	*Spirifer* cf. *interplicatus* Rothpl.	Horizon à Schwagerines.
72	*Reticularia lineata* Martin	Tout le carbonifère.
73	*Martinia* cf. *Uralica* Tschern.	Horizon à Schwagerines.
74	*Martinia corculum* Kutorga	Ouralien supérieur.
75	*Martinia* cf. *glabra* Martin	Dinantien et moscovien d'Europe,
76	*Martiniopsis* sp. aff. *M. orientalis* Tschern.	Horizon à Schwagerines.
77	*Martiniopsis uralica* Tschern.	Ouralien supérieur et artinskien.
78	*Mentzelia Simensis* Tschern. mut. *Indosinensis* nov. mut.	Horizon à Schwagerines des Monts Ourals.
79	*Ambocoelia planoconvexa* Schum.	—
80	*Spiriferina cristata* Schl.	Ouralien moyen et supérieur.
81	*Spiriferina ornata* Waagen	Horizon à Schwagerines.
82	— *Dussaulti* nov. sp.	»
83	*Hustedia* nov. sp.	
	aff. *H. indica* Waagen	Ouralien supérieur.
	aff. *H. remota* Tschern.	»
84	*Spirigerella Mansuy* nov. sp.	Ouralien supérieur.
	aff. *S. grandis* Waagen	Dinantien
	aff. *S. rotundata* de Kon.	
85	*Dielasma Napavanense* nov. sp.	»
86	*Dielasma Lochardi* nov. sp.	»
87	*Dielasma amygdaloides* de Kon.	Viséen de Belgique.
88	*Dielasma Haitubense* Derby	Du viséen à l'ouralien supérieur.
89	*Dielasma millepunctatum* Hall	Ouralien moyen.
90	*Dielasma Kingi* de Kon. mut. *ouraliana* nov. mut.	Viséen.
91	*Dielasma sacculus* Martin	Viséen.
92	*Dielasma sacculus* Martin mut. *ouraliana* nov. mut.	Viséen.
93	*Dielasma sacculus* Martin mut. *Juresanense* Tschern.	Viséen.
94	*Dielasma plica* Kut.	Oural moyen et supérieur.
95	*Dielasma gemmula* de Kon.	Viséen d'Europe.
96	*Dielasma attenuatum* de Kon. nov. mut.	»
97	*Dielasma Timanicum* Tschern.	Horizon à Schwagerines des Mts Ourals.
98	*Dielasma Pattei* nov. sp.	»
99	*Dielasma Moelleri* Tschern. var. *Laosense* nov. var.	Tout l'ouralien des Mts Ourals.
100	*Dielasma Moelleri* Tschern var. *Cammonense* nov. var.	Tout l'ouralien des Mts Ourals.
101	*Dielasma* cf. *hastatum* Sow.	Viséen.
102	*Dielasma* aff. *D. Kanauricum* Dien.	Artinskien du Cachemire et des Etats Shans.

FAUNE DES CALCAIRES A NEOFUSULINELLA PRAECURSOR DE KAM KEUT (LAOS)

Numéros d'ordre	Liste des espèces	Etages ou horizons dans lesquels ces espèces ou les espèces types, s'il s'agit de mutations ou de variétés ont été recueillies dans d'autres localités en dehors de l'Indochine
103	*Composita emarginata* Girty	Capitan formation des Etats-Unis.
104	*Notothyris vesicularis* de Kon. mut. *ouralianus* nov. mut. (= *N. Mediterranea* Gemm. var. *Laosense* Mansuy).	Viséen d'Europe.
105	*Neofusulinella praecursor* Deprat (1)	»
106	*Fusulinella quadrata* Deprat (1).	»

Dans cette longue liste de 106 espèces, encore bien incomplète étant donnée la richesse des gisements de cet horizon à Kam Keut, 62 espèces identiques à des formes connues, ou qui ne sont que des mutations ou des variétés très peu différentes de formes connues, nous donnent de bonnes indications stratigraphiques.

Parmi celles-ci, 23 espèces sont connues dès le viséen, ce sont: *Bellerophon hiulcus* Martin, *Conocardium rostratum* Martin, *Schizophoria Michelini* Lev. mut. *Orientalis* Mansuy, *S. resupinata* Martin nov. mut., *Enteletes infracarbonica* Jan. mut. *Laosense* nov. mut., *Productus punctatas* Martin, *P. punctatus* Martin mut. *Kamkeutensis* nov. mut., *P. punctatus* mut. *curvirostris* nov. mut., *P. punctatus* Martin var. *elegans* M. Coy, *P. Ferganensis* Yanisch. mut. *ouralianus* nov. mut., *Camarophoria crumena* Martin, *Spirifer bisulcatus* Sow. mut. *Laosensis* nov. mut., *S. striatus* Martin, *Reticularia lineata* Martin, *Dielasma amygdaloides* de Kon, *D. Itaitubense* Derby, *D. Kingi* de Kon. mut. *ouraliana* nov. mut., *D. sacculus* Martin *D. sacculus* Martin mut. *ouraliana* nov. mut., *D. sacculus* mut. *Juresanense* Tsch., *D. gemmula* de Kon., *D. attenuatum* de Kon. nov mut, *Notothyris vesicularis* de Kon mut. *ouralianus* nov. mut.

Du moscovien nous avons reconnu les 4 espèces suivantes :

Enteletes Lamarcki Fisch, mut. *ouralianus* nov. mut., *E. pentamera* Eichw. mut. *mirabilis* Mansuy, *Productus tenuistriatus* de Verneuil mut. *Cammonensis* nov. mut., *Spirifer fasciger* Keys.

Huit autres espèces sont des formes qui ont fait leur apparition à l'ouralien inférieur ce sont : *Productus Volgensis* Stuck., *P. Gruenewaldti* Krotow, *P. inflatus* M. Chesnay, *P. Juresanensis* Tsch., *P. Juresanensis* var. *pauciornatus* nov. var., *Spirifer Fritschi* Schel., *Dielasma Moelleri* Tschern. var. *Laosense* nov. var., *D. Moelleri* Tschern. var. *Cammonense* nov. var.

(1) détermination de Melle Colani.

Les six espèces suivantes ne sont connues que depuis l'ouralien moyen ; *Productus Moelleri* Stuck., *Marginifera involuta* Tsch., *Spirifer Cameratus* Morton, *Spiriferina cristata* Schell., *Dielasma millepunctatum* Hall, *Dielasma plica* Kut.

Enfin les 21 espèces qui suivent sont des formes de l'ouralien supérieur : *Productus Simensis* Tschern., *P. cancriniformis* Tsch., *P. pustulatus* Keys., *Proboscidella lata* Tschern., *P. Kutorgae* Tsch., *Camarophoria superstes* de Verneuil, *Pugnax Shumardiana* Girty, *Rhynchonella confinensis* Schell., *Uncinulus Timorensis* Beyr. mut. *Laosensis* nov. mut., *Spirifer Tibetanus* Diener, *S. Ufensis* Tschern., *S. Dieneri* Tsch., *Martinia corculum* Kut., *Martiniopis Uralica* Tschern., *Mentzelia Simensis* Tsch. mut. *Indosinensis* nov. mut., *Ambocelia planoconvexa* Shum., *Spiriferina ornata* Waagen, *Dielasma Timanicum* Tschern., *Composita emarginata* Girty.

Parmi ces 62 espèces, dix sept ne paraissent pas avoir été connues en dehors du dinantien, deux seraient considérées comme spéciales au moscovien, deux autres caractériseraient l'ouralien inférieur, une seule appartiendrait en propre à l'ouralien moyen, enfin seize n'existeraient que dans l'ouralien supérieur.

Ce qui frappe dans les chiffres qui précèdent, ce sont les nombres importants des espèces du dinantien et de l'ouralien supérieur, comparés à ceux des formations intermédiaires : moscovien, ouralien inférieur et ouralien moyen. Ce fait n'a rien pour surprendre, si l'on tient compte de ce que les termes extrêmes de la série sédimentaire envisagée ici, sont les seuls qui soient biens connus, parce que ce sont aussi les plus fossilifères. Dans les belles monographies de Davidson, Mac Coy. Eichwald, de Koninck, Schellwien, Tschernyschew, Waagen, Stuckenberg, Diener et Girty, pour ne citer que les principales, les fossiles des formations du moscovien et de l'ouralien inférieur et moyen, tiennent généralement peu de place.

Nous ne tirerons donc aucun argument de cette anomalie apparente, étant persuadé qu'une connaissance plus complète des niveaux fossilifères compris entre le moscovien et l'ouralien moyen nous aurait permis de trouver des chiffres plus homogènes.

Nous chercherons plutôt, par des groupements de chiffres faits d'une façon judicieuse, à obtenir un peu de précision sur l'âge probable de l'horizon à *Neofusulinella praecursor*.

A cette fin, constituons d'abord *deux groupes sédimentaires* correspondant, le premier au *carbonifère inférieur* et *moyen*, le second à l'*ouralien*. La répartition des 62 espèces qui précèdent est la suivante :

A. — 28 espèces connues à fin du 1er groupe.
34 — ayant fait leur apparition plus tard.
B. — 19 — appartenant en propre au 1er groupe.
19 — — — au 2e groupe.

Ces chiffres nous conduisent à adopter les conclusions suivantes :

1° — Le niveau à *Neofusulinella praecursor* qui contient une proportion prédominante d'espèces ouraliennes doit être ouralien.

2° — L'égalité des chiffres, donnée par les sommes B pour les espèces considérées comme appartenant en propre à chaque groupe semble démontrer que l'horizon à

Neofusulinella praecursor ne peut appartenir qu'à un niveau situé près de la limite des deux groupes, il se placerait donc dans *l'ouralien inférieur*.

Déplaçons maintenant la *limite* des deux groupes et portons la *après l'ouralien inférieur*, nous aurons ainsi deux autres groupes sédimentaires dont la répartition des espèces est donnée en A' et B'.

A'. — 35 espèces connues à la fin du 1er groupe.
27 — ayant fait leur apparition plus tard.
B'. — 21 — appartenant en propre au 1er groupe.
17 — — en propre au 2e groupe.

Les chiffres A' et B', n'infirment pas les résultats donnés par les chiffres A et B, et nous conduisent en outre à regarder comme limite supérieure de le zone à *Neofusulinella praecursor*, le sommet de *l'ouralien inférieur*.

Point n'est besoin de constituer deux nouveaux groupes sédimentaires en déplaçant une seconde fois leur limite, pour la placer en arrière cette fois, c'est-à-dire entre le dinantien et le moscovien, les chiffres obtenus ainsi seraient sans signification puisqu'ils indiqueraient en A une différence plus grande et de même signe, tandis qu'en B, l'égalité des nombres aurait disparu et serait remplacée par une différence du même signe qu'en A.

Jusqu'à présent nous n'avons opéré que sur des espèces connues sans doute, ni ambiguité. Ajoutons maintenant aux 62 espèces précédentes 20 autres formes pour lesquelles les déterminations n'ont pu être faites que par comparaison ou affinité.

La répartition stratigraphique des 82 espèces que nous obtenons ainsi est la suivante :

28 connues depuis le dinantien.
5 — le moscovien.
9 — l'ouralien inférieur.
11 — l'ouralien moyen.
28 — l'ouralien supérieur.
1 — l'artinskien.

Si comme précédemment nous indiquons par période ou fraction de période, les espèces considérées comme leur appartenant en propre, nous aurons les chiffres suivants pour 48 espèces.

19 pour le dinantien
2 — le moscovien
3 — l'ouralien inférieur
2 — l'ouralien moyen
21 — — supérieur.
1 — l'artinskien.

Effectuons maintenant les mêmes opérations que ci-devant.

Dans le 1er cas : groupe carbonifère inférieur et moyen d'une part et groupe ouralien et artinskien de l'autre, les résultats donnés précédemment dans les colonnes horizontales A et B seront donnés dans des colonnes A1 et B1.

Dans le 2e cas : groupe allant du carbonifère inférieur à l'Ouralien inférieur et groupe allant de l'ouralien moyen à l'artinskien, les résultats seront donnés dans les colonnes horizontales A'1 et B'1, homologues des colonnes A' et B' :

1er cas.

A1. — 33 espèces connues à la fin du 1er groupe.
49 — ayant fait leur apparition plus tard.
B1. — 21 espèces appartenant en propre au 1er groupe.
27 — — — au 2e groupe.

Ces résultats sont tout à fait comparables à ceux obtenus en A et B. En A1 la proportion plus élevée d'espèces ouraliennes est encore plus accusée, tandis qu'en B1 l'égalité constatée en B a disparu pour faire place à une différence assez faible, mais accusant cependant comme en A et A1 une proportion d'espèces ouraliennes plus grande.

Nous avons donc là encore un argument en faveur de l'âge *ouralien* et même *ouralien inférieur* de l'horizon à *Neofusulinella praecursor*.

2e cas

A'1. — 42 espèces connues à la fin du 1er groupe.
40 — ayant fait leur apparition plus tard.
B'1. — 24 — espèces appartenant en propre au 1er groupe.
24 — espèces — — au 2e groupe.

Ces chiffres permettent encore d'admettre que l'horizon à *Neofusulinella praecursor* se place près de la limite des deux groupes dans *l'ouralien inférieur*, très près de l'ouralien moyen.

Toutes nos recherches nous ayant conduit aux mêmes résultats, voyons, dans les 24 espèces restantes si nous trouvons quelque chose pour affirmer ou infirmer nos conclusions parmi celles-ci,

4 ont été déterminées par M. Mansuy,
2 par M. Deprat,
18 sont complètement nouvelles.

Des 4 espèces déterminées par M. Mansuy : *Euconospira striatula* se rapproche d'une forme de l'ouralien supérieur des Etats-Unis, *Platyceras Khammonense* n'a pu être comparé qu'à une espèce du d nantien de Belgique, *Productus Rouxi* présente de grandes affinités avec *P. Cora* dont l'extension comprend toute la durée des temps anthracolithiques. Enfin *Spirifer triplicatus* Mansuy (= S. *rectangulus* Kutorga, mut. *triplicatus* Mansuy) doit être nettement séparé du *S. rectangulus* de l'ouralien supérieur des Monts Ourals, il se approche beaucoup, par certaines de ses variétés, des spirifers du carbonifère inférieur et moyen du groupe de *Spirifer bisulcatus*.

Ainsi, parmi les 4 espèces de M. Mansuy, trois se placent près de formes dont le niveau dans la série carbonifèrienne est peu élevé ou indifférent : une seule présente des affinités avec une espèce de l'ouralien supérieur.

Nos conclusions ne pouvant subir aucun changement du fait des affinités des 4 espèces qui précèdent restent donc entières.

Quant aux deux fusulinidés, ils ne nous apportent aucun renseignement supplémentaire. Tout ce que nous savons au sujet de l'un d'eux : *Fusulinella quadrata* Deprat, c'est que le genre auquel il appartient est le plus ancien parmi les fusulinidés, il est déjà connu d'après M. Douvillé, dans le dinantien russe. Pour ce qui est du genre *Neofusulinella*, les rares espèces connues appartiennent à différents niveaux.

Restent les dix huit espèces nouvelles, nous en dirons peu de chose ; l'absence d'une bibliographie suffisante nous obligeant à un supplément de documentation. Dans l'ensemble il nous paraît que les affinités que nous leur avons trouvées, n'infirment pas nos conclusions.

Parmi ces espèces nouvelles, nous attirerons l'attention sur une goniatite : *Glyphioceras Jacobi*, dont le genre était inconnu au delà du moscovien.

Bien que l'on ait des tendances à considérer l'absence ou la présence de certains ammonoïdés comme caractéristiques ou exclusifs de certains horizons, nous admettrons plutôt, dans le cas qui nous occupe, que le *Glyphioceras* de l'horizon à *Neofusulinella praecursor* est une espèce attardée du genre, et qu'il indique sans doute un niveau peu élevé de l'ouralien. Nous avons vu d'ailleurs, précédemment, que le genre *Daraelites*, considéré jusqu'alors comme exclusivement permien, coexistait avec une série de goniatites caractéristiques du moscovien inférieur. Il semble bien qu'en l'état actuel de nos connaissances on ne saurait être trop absolu. Nous voyons donc seulement dans la présence en apparence anormale d'un *Glyphioceras* dans l'horizon à *Neofusulinella praecursor* un argument de plus pour l'attribution de ce niveau à l'ouralien inférieur.

Horizon à Fusulina Rouxi.

Près de Keng Den, le petit rocher qui termine au sud-est la bande calcaire du Cammon, est constitué par des calcaires cristallisés très blancs, riches en articles de crinoïdes et contenant en outre des brachiopodes et deux fusulinidés : *Neofusulinella fusulinoides* (?) Col. et *Fusulina Rouxi* Deprat.

Le pied du rocher de Keng Den est entièrement enrobé dans les alluvions récentes dont l'épaisseur ne peut être très grande ici, puisque, à moins d'un kilomètre au sud de gisement de *Fusulina Rouxi*, des grès paléozoïques légèrement plissés et faisant partie du substratum des calcaires affleurent sur les berges du Nam Ka Ta à une cote peu inférieure à celle de la base du rocher.

Il est donc logique d'admettre, surtout étant donnée la faible inclinaison des strates calcaires, que le niveau à *Fusulina Rouxi* se trouve très près de la base de l'ouralien, probablement immédiatement au-dessus de l'horizon à *Neofusulinella praecursor*.

Au nord du massif de Kam Keut, près du village de Ban Pha Bang sur le Nam Nhuong, un calcaire blanc, possédant le même faciès zoogène et contenant des

fusulines, occupe une position analogue au-dessus d'un substratum de dévonien plissé.

Un autre renseignement sur la position du nivean à *Fusulina Rouxi* peut être déduit des observations de M. Dussault [16] ; cet auteur mentionne l'existence de cette fusuline dans des calcaires situés dans la plaine de Kam Keut, à l'est de Ban Na Pa Van, à côté de l'horizon à *Schwagerina princeps ;* c'est à dire, d'après les rectifications que nous avons faites précédemment, à côté du niveau à *Productus* et à *Neofusulinella praecursor.*

Les observations qui précèdent sont, on le voit, encore insuffisantes pour nous permettre d'affirmer l'existence d'un horizon à *Fusulina Rouxi* au-dessus de celui à *Neofusulinella praecursor.* Tout ce qu'il est possible de dire, c'est que cet horizon paraît se placer à ce niveau.

Horizon à Fusulina regularis et Fusulina multiseptata.

Cet horizon est bien représenté aux environs de Nhommalat où il constitue tous les petits rochers situés près du village et aux abords de la route de Thakhek.

Ce sont des calcaires gris en lits minces, alternant fréquemment et régulièrement, avec des lits de phtanites bruns ou noirs ; en quelques points, comme au sud de Nhommalat, s'y voient des bancs de calcaires plus compacts avec lits et rognons de phtanites.

Nous avons recueilli dans les calcaires et phtanites en lits minces.

Enteletes (*Syntrielasma*) *hemiplicata* Hall
Martinia sp.
Fusulina regularis Schell.
Fusulina multiseptata Schell.

et dans les calcaires plus compacts :

Productus Cora d'Orb.
Proboscidella sp.

Cet horizon est bien daté par l'association de *Fusulina regularis* et de *Fusulina multiseptata.* Cette même association, dans les Alpes Carniques, caractérise le « Haupt-Fusulinenschicht » qui correspond à l'ouralien moyen, c'est-à-dire au niveau à *Productus Cora* des Monts Ourals.

Les brachiopodes de ce niveau ne présentent pas d'intérêt spécial : *Enteletes* (*Syntrielasma*) *hemiplicata* Hall est une forme de l'ouralien des Etats-Unis qui a été trouvée aussi à Lo Ping (Chine) et nous savons que *Productus Cora* est connu depuis le viséen jusqu'au permien.

Sur le terrain, la position stratigraphique de l'horizon à *Fusulina regularis* ne peut être déduite très exactement.

Cet horizon, réduit à quelques témoins isolés dans la plaine d'alluvions du Nam Nhom, affleure suivant une direction nord-ouest, avec un pendage généralement

très faible (de 5 à 15°) au nord-est ; il s'appuie donc, sans qu'on puisse savoir de quelle façon, sur les grès de phtanite de l'ouralien inférieur qui forment quelques collines au sud de Nhommalat et supporte, dans les mêmes conditions, les calcaires à *Schwagerina princeps* qui se voient à partir de la rive gauche du Nam Nhom et plus à l'est.

Nous ne connaissons cet horizon qu'à Nhommalat seulement, c'est aussi de cette localité que proviennent les seuls gisements de *Fusulina regularis* connus dans le moyen Laos.

Quant à *Fusulina multiseptata*, nous ne le connaissons seul que dans deux gisements situés près de Ban Tat Y Tou dans la vallée supérieure du Nam Tse, où nous l'avons recueilli dans des calcaires noirs un peu marneux avec lits de phtanites, qui se tiennent légèrement au dessus de l'anthracolithique inférieur. Ailleurs, *Fusulina multiseptata* est associé à *Schwagerina princeps*.

Horizon à Schwagerina princeps.

C'est le plus régulièrement fossilifère ; lithologiquement il ne possède pas de caractères spéciaux et peut avoir plusieurs teintes depuis le blanc le plus pur jusqu'au noir.

Sa position au-dessus du niveau à *Fusulina regularis*, connue avec une part d'incertitude, quant au contact direct ou par l'intermédiaire d'un autre horizon, ne s'observe qu'à l'est de Nhommalat sur la rive gauche du Nam Nhom, où les gisements de *Schwagerina princeps* sont abondants.

Nous n'avons observé nulle part le contact de cet ouralien supérieur avec l'artinskien.

Nous connaissons l'horizon à *Schwagerina princeps* en de nombreux points.

1°. — En Annam, il a été identifié à 3 k. 5 au nord du col de Meu Gia, où des calcaires gris redressés verticalement nous ont donné :

Fusulina cf. *granum avenae* Rœm. et *Fusulina* cf. *Japonica* Gümbel.

2°. — Au Laos, où il couvre des étendues considérables :

A 1 km. 500 au sud du col de Meu Gia, nous avons recueilli *Fusulina Japonica* Gümbel.

A l'est de Ban Bung, des calcaires clairs contiennent en abondance *Schwagerina princeps* Ehr., *Fusulina multiseptata* Schell., *Fusulina* sp., *Fusulinella* sp. et des brachiopodes.

A 2 km. 500 à l'ouest de Ban Bung, des calcaires gris noir avec nombreux lits de phtanites supportent des calcaires gris clair à *Fusulina* cf. *Japonica* Gümbel, *Fusulina* sp., *Fusulinella minima* (?) Deprat.

A 4 km. 500 à l'est de Ban Na Theut, on rèleve la coupe suivante de haut en bas.

3. — Calcaires gris à brachiopodes.
2. — Calcaires plus clairs à Fusulines.
1. — Calcaires noirs avec lits de phtanites.

Le niveau 2 nous a donné les fusulines suivantes : *Schwagerina princeps* Ehr, *Fusulina tenuissima* Schell., *Fusulina Chamchitensis* Col.

Dans le rocher à l'est de Ban Na Theut, les calcaires ouraliens, qui butent par faille contre les grès triasiques du Phou Ac, contiennent *Fusulina Chamchitensis* Col.

A l'ouest de Ban Na Theut, deux gisements nous ont donné *Schwagerina princeps* Ehr., *Fusulina Japonica* Gümbel, *Fusulina* cf. *granum-avenae* Roem. *Bigenerina.*

Dans le massif au sud de Ban Bo, nous avons recueilli :

Fusulina solida Col., *Fusulinella* sp.

A 4km. 500 à l'est de Ban Phou Bok, des calcaires gris à rognons de phtanites contiennent avec des brachiopodes : *Schwagerina princeps* Ehr., *Fusulina solida* var. *Phoubokensis* Col., *Fusulina solida* Col., *Fusulina* sp., *Bigenerina elegans* Moller.

Au passage d'un petit houei à 1km. au sud de Ban Kok Tong, des calcaires gris noir à brachiopodes s'appuient sur des calcaires plus noirs contenant *Schwagerina princeps* et *Fusulina* sp.

Dans la falaise au nord-est de Ban Tap Ha, on relève la coupe suivante, au-dessus des grès de lydiennes qui affleurent en quelques points dans la plaine ; de haut en bas.

5° — Calcaires noirs à brachiopodes.

4° — Calcaires gris avec quelques débris d'organismes.

3° — Calcaires gris.

2° — Calcaires blanc mat avec *Schwagerina princeps* Ehr. et *Fusulina alpina* Schell. var. *rossica* Schell.

1° — Calcaires blancs à grain très fin sans fossiles.

Notons ici la faible épaisseur (moins de 10 m,) des calcaires qui s'intercalent entre les grès de lydiennes et le niveau à *Schwagerina princeps* à la place de l'ouralien moyen et d'une partie de l'ouralien inférieur.

Beaucoup plus au nord, nous avons recueilli *Schwagerina princeps* et *Fusulina* cf. *multiseptata* dans les calcaires gris clair plongeant faiblement au nord-est, qui affleurent dans le Nam Hin Boun, à 2 km. à l'ouest sud-ouest de Ban Keng Check.

A quelques kilomètres au nord de Ban Keng Check, le petit rocher isolé de Ban Tha Tay est constitué uniquement par les calcaires à *Schwagerina princeps* avec brachiopodes très abondants. Ce gisement découvert par M. Dussault, qui nous a dit y avoir trouvé des débris de *Lyttonia*, est l'un des plus beaux gisements de brachiopodes de l'ouralien supérieur. Ses fossiles confondus dans les descriptions avec ceux des autres gisements ne nous sont pas suffisamment connus.

Enfin plus au nord, dans la massif du Cammon, l'horizon à *Schwagerina princeps* affleure dans la partie supérieure de la falaise de Ban Na Pa Van.

PERMIEN

Horizon à Fusulina Douvillei.

Ce niveau n'a été identifié qu'en un point à 5 km. au nord de Ban Na Phao, dans la masse rocheuse isolée qui surgit en triangle, entre, à l'est, le paléozoïque du pays de Qui Dat ; au sud, à l'ouest et au nord-ouest, les masses de grès secondaires du Phou Onkaie et du Phou Ac. Ce sont des calcaires gris clair sans phtanites, pétris d'organismes. Je n'y ai recueilli avec des brachiopodes que *Fusulina Douvillei* Col. D'après M^lle^ Colani la présence de cette Fusuline, trouvée au Tonkin, par le Capitaine Patte avec des fossiles du niveau à *Schwagerina Verbeecki* Gein. suffit pour placer les calcaires de Ban Na Phao à la base du permien.

C'est là tout ce que nous savons au sujet de cet horizon dont la position stratigraphique n'a pu être déterminée sur le terrain.

Horizon à Sumatrina Annae.

Le permien supérieur ne nous est également connu que par un seul gisement, situé au passage d'un houei, à 3km. 500 au nord-ouest de Keng Check. En ce point affleurent des calcaires ravinés et imprégnés de fer au milieu des alluvions ; ces calcaires contiennent : *Sumatrina Annae* Volz., *Fusulina gigantea* Deprat et *Dolioli-na* sp., formes caractéristiques du permien supérieur.

La limite inférieure de cet horizon nous est inconnue, tout ce qu'il nous est possible de dire, c'est que les calcaires à *Schwagerina princeps*, qui se voient dans le Nam Hin Boun à 2 km. à l'ouest sud-ouest de Keng Check, plongent sous cet horizon mais une lacune, que nous ne pouvons exactement apprécier, sépare les deux gisements.

Les calcaires à *Sumatrina Annae*, par leur position dans l'axe du petit synclinal triasique de B. Na Xa Kong, dont on voit les affleurements de grès et poudingues à peu de distance au nord-ouest, paraissent bien se placer près du contact avec le trias. Une période d'émers on. mise en évidence par le fer qui imprègne la partie supérieure de ces calcaires, les sépara du secondaire. Il y a lieu d'admettre que, durant cette émersion, la destruction des calcaires a été poussée à un point tel, que la plus grande partie du permien a pu être enlevée ; ce qui expliquerait la rareté des gisements de fusulinidés de cette période.

Autres gisements de Fusulinidés.

Nous connaissons des gisements de fusulinidés en de nombreux autres points, mais leur faune n'ayant pas été étudiée, nous ne mentionnerons rapidement que les plus importants.

En Annam : Gisement de Rom Rom Xa (à 1 km. 500 au nord du village), de Xom Mon (à 2 km. au sud), de Bai Dinh (à 3 km. 500 au nord du col de Meu gia).

Au Laos : Gisements de Ban Bung Bao, de Ban Sang (à 1 km. 500 au S. O. du village) de Ban Tong Loum (à 5 km. au N. N. E.), de B. Phou Phat, de B. Tham, de B. Na Xa Kong et de B. Bo (près de Kam Keut).

COMPLEXE GRÉSO-SCHISTEUX SOUVENT LUSTRÉ DE L'ANTHRACOLITHIQUE

Ces formations étaient peu connues jusqu'à ce jour. Elles sont mentionnées pour la première fois en 1917, par M. Deprat, dans une note à l'Académie des Sciences [15]. D'après cet auteur, ces terrains, placés antérieurement dans le trias, appartiendraient à presque tout le paléozoïque (silurien, dévonien et dinantien) ; toutefois, dans cette note, la séparation de ce qui est secondaire et de ce qui est paléozoïque n'est pas exactement faite, puisque l'auteur paraît attribuer au dinantien les poudingues du Nui Ngu Ma (au sud de Vinh) (1) que nous continuons à considérer comme triasiques.

Ces formations furent signalées depuis, en 1922, par M. Ch. Jacob qui les a recoupées de Muong Lam (au nord du présent travail) à Cua Rao sur le Song Ca (Nam Neun) et de Cua Rao aux environs de Ban Hang sur le Nam Mo. Cet auteur, d'après leur position sous les rhyolites et la présence d'un mauvais *Atrypa* recueilli dans un schiste aux environs de Ban Ban, par M. Dussault, pensait que ces formations pouvaient être dévoniennes.

Le complexe de grès schisteux anthracolithique est localisé à l'Annam, il ne déborde que très légèrement au Laos dans la dépression du Nam Hung ; cependant peut-être faut-il lui rattacher la bande de schistes gréseux avec poudingues de la bordure sud-ouest du Phou Sao.

(1) le Nui Nga Ma de Deprat

Sa limite occidentale et méridionale suit une ligne un peu sinueuse, dont la direction générale est inclinée sur le méridien de 60° vers l'ouest. Le tracé de cette ligne part au sud-ouest des environs de Badon sur le littoral ; de là, il suit les vallées du Rao Nay et du Ngan Sau jusqu'au delà de Phuc Trach ; plus loin, il va passer sur le versant nord du Nui Ba Mu, à peu près à égale distance de cette montagne et du signal géodésique du Cao Véou ; il s'infléchit ensuite, rapidement, à l'ouest et à l'ouest sud-ouest pour pénétrer dans la dépression du Nam Hung ; puis, arrivé à peu de distance du Nui Pha Bo, il reprend sa direction vers le nord-ouest pour ne plus la quitter jusqu'à Ban Sop Hang, sur le Nam Mô ; enfin après un léger crochet vers le nord-est pour atteindre, près de Thado, le pied du plateau Meo de Nong Et, il reprend une dernière fois la direction ouest nord-ouest pour s'éloigner vers Ban Ban, où nous ne le suivrons pas.

La limite nord-orientale de cet anthracolithique est moins nette, elle ne paraît guère dépasser dans cette direction une ligne dirigée nord 60° ouest, parallèle à la limite sud-occidentale, et passant par Phu Dien au sud-est, et un point situé sur le 105e degré de longitude est de Greenwich, par 19° 20' de latitude nord. L'empiétement le plus important de la série lustrée au delà de cette ligne, c'est-à-dire dans la direction nord-est, se trouve sur la transversale légèrement oblique Bien Son-confluent du Nam Ka Dinh et du Mékong, qui correspond à la dépression du Nam Hung et à son prolongement nord-est, le synclinal triasique Tien Nong-Hoang Mai.

Cette longue bande de sédiments, que nous avons suivie sur plus de 330 kilomètres constitue la majeure partie des terrains en affleurement entre la mer et la ligne Badon-Thado définie plus haut.

Au sud-est du Ngan Pho et du cours inférieur du Song Ca, ces formations paraissent être, en dehors de deux petits affleurements de lydiennes dévoniennes situés dans le massif au sud de Bènthuy, les plus anciens sédiments mis à jour par l'érosion. Dans cette région, ces grès et schistes sont percés par des intrusions granitiques importantes et supportent des porphyres quartzifères (microgranites et rhyolites) ou de petits lambeaux de trias, conservés au fond de synclinaux le plus souvent étroits.

Au nord et au nord-ouest du Ngan Pho et de la basse vallée du Song Ca, le substratum de cet anthracolithique perce fréquemment : ce sont indifféremment les marbres cipolins, les lydiennes du dévonien et les schistes siluro-dévoniens, ou bien encore des granites ou des schistes cristallins. Dans cette région très disloquée par les plissements posthercyniens, les granites peuvent être intrusifs, mais le plus souvent ce sont des écailles ramenées de la profondeur. Là, comme plus au sud, les grès et les schistes lustrés supportent soit des microgranites et des rhyolites, soit des sédiments triasiques.

Exception faite d'un mauvais gisement de fossiles dont nous reparlerons tout à l'heure, ces formations ne se sont pas montrées fossilifères. Mais nous avons déjà vu, en faisant l'étude du dinantien de la vallée du Ngan Sau et du pays de Qui Dat, le passage des formations fossilifères aux schistes gréseux du Rao Cay à faciès identiques à ceux de la base de la série lustrée, dont ils ne sont séparés, d'ailleurs, que par la cassure du Rao Nay.

Voici de nouveau la liste de ces gisements intéressants, puisqu'ils nous permettent de dater la base de la série lustrée depuis les poudingues jusqu'aux schistes violets.

1°. — *Gisements de la base du tournaisien,* éparpillés en différents points près du pied oriental du Dong Tho : schistes verdâtres débutant par une sorte de poudingue qui contient, avec des fossiles dévoniens, les formes dinantiennes suivantes (voir page 127) :

Brachymetopus sp.
Productus cf. *plicatilis* Sow.
Athyris cf. *ambigua* Sow.
Schizophoria cf. *resupinata* Martin
Spirifer cf. *subconvolutus* de Kon.
Schellwienella crenistria Phill.
Chonetes sp.
Zaphrentis Omaliusi M. E. et H.

2°. — *Gisements du pays de Qui Dat.* (voir page 122 et suiv.) Ce sont des intercalations généralement jaunes, au sein de schistes gris, un peu violacés, appartenant à deux horizons fossilifères :

L'horizon à gastropodes, dont de nombreux gisements se voient sur le Dong Phuong, au sud-ouest de Kim Lu, et celui à *Chonetes* cf. *Dalmaniana* qui affleure largement, dans le chemin de Dong Van à Qui Dat, sur le versant oriental du Cau Rong.

3°. — *Gisement viséen de La Khé*, qui a fourni, au rocher situé près de la station de la voie ferrée, dans des schistes violets, une faune très écrasée dans laquelle nous avons reconnu (voir page 127) :

Phillipsia gemmulifera Phill.
Phillipsia cf. *dubia* Etheridge
Productus cf. *sphaericus* Sow.
Productus cf. *Cora* d'Orb.
Chonetes comoides Sow.
Reticularia cf. *lineata* Martin
Schellwienella crenistria Phill.

Le gisement fossilifère que nous avons trouvé dans la région même des schistes lustrés, se trouve non loin des précédents, il appartient à l'horizon à gastropodes. Ce sont des schistes gréseux, gris, jaunâtres ou violacés, laminés, partiellement lustrés et remplis de filonnets de quartz ; ils affleurent à l'est de Nam Trach près de la base ouest du Nui Giao Ca.

Les arguments qui précèdent sont les seuls qui, paléontologiquement, nous permettent de jeter un peu de lumière sur la date d'une partie de cette puissante série de grès et de schistes.

Nous allons maintenant, tenter de préciser la position stratigraphique de ce complexe que nous considérons comme correspondant à la plus grande partie de la période anthracolithique.

Le petit lambeau de schistes gréseux de la bordure sud-orientale du Phou Sao présente également le faciès anthracolithique du versant annamite, avec poudingue de

base imprégné de pyrite de fer au contact du granite sur lequel il a glissé, puis au-dessus, schistes violacés, avec filonnets et mouches de quartz, séricito-schistes, micaschistes à muscovite et grès quartzites sériciteux ; le tout laminé et lustré.

Ces sédiments très peu métamorphisés (nous n'y avons noté qu'un peu de magnétite dans les quartzites) sont recouverts par les calcaires probablement ouraliens ou permiens du Phou Nong None et de Tha Thom.

Il est possible que cette série de grès schisteux avec calcaires au sommet, représente un faciès mixte de l'anthracolithique, faisant le raccord entre les faciès des deux versants de la chaîne.

Nous ne sommes d'ailleurs pas bien fixé sur l'âge de calcaires du Phou Nong None et de Tha Thom, peut-être sont-ils permiens, dans ce cas, ils seraient propablement synchroniques des porphyres quartzifères du versant annamite, toujours absents dans cette partie du Laos.

a) *Limite inférieure.*

Pour fixer les idées sur la limite inférieure de l'anthracolithique gréso-schisteux, rappelons que nous avons divisé le dévonien de la Chaîne annamitique et celui de l'Annam en deux séries : l'une charriée correspondant à la partie supérieure de la nappe hercynienne (nappe du Nam Nhuong) et l'autre autochtone, cette dernière située en arrière de la nappe, c'est-à-dire en Annam. Nous avons fait ensuite remarquer l'analogie lithologique et stratigraphique des deux séries, charriée et autochtone annamite, dont la séparation apparut ainsi comme tout à fait arbitraire. Considérés de cette façon, le dévonien charrié et le dévonien autochtone, qui appartiennent à un même pays, peuvent avoir une même couverture, dont la limite inférieure correspondrait à la limite supérieure des terrains en substratum, c'est-à-dire à la partie la plus élevée du dévonien, sans pour cela que le contact de ces deux éléments, couverture et substratum, se produise toujours avec les mêmes termes stratigraphiques de ce dernier élément; ce qui s'explique par les étirements, ayant pu aller jusqu'à des suppressions de séries, comme cela n'a pu manquer de se produire pendant la mise en place de la nappe hercynienne.

D'autre part, si, postérieurement aux charriages, il se produit de nouveaux mouvements se traduisant par des glissements de la couverture, comme cela a eu lieu au secondaire, les contacts se modifient encore, et cette fois, ce ne sont plus seulement des termes du substratum qui manquent, mais encore des parties de la couverture ; le contact devient alors indifférent.

En dehors de ces lacunes d'ordre tectonique, qui sont la règle presque générale au contact du complexe lustré anthracolithique et de son substratum, nous avons observé de véritables lacunes sédimentaires dont la cause doit être recherchée dans des émersions locales. Ces lacunes, qui correspondent généralement à l'absence des calcaires cipolins, sont accusées par la présence d'une couche épaisse d'hématite brune au-dessus des lydiennes dévoniennes.

Pour terminer avec la limite inférieure du complexe gréso-schisteux lustré, rappelons-nous encore que l'absence de fossiles dans le dévonien autochtone du pays annamite ne nous a pas permis de dater avec certitude les marbres et cipolins de sa partie la plus élevée ; il est possible que ces sédiments correspondent soit à tout le dévonien supérieur, soit à une partie seulement de ce dévonien.

On voit, par ce qui précède, combien la limite inférieure du complexe gréso-schisteux lustré est imprécise ; elle peut aussi bien se placer à un niveau quelconque de la série néodévonienne qu'au sommet de cette série. Cependant, si nous faisons intervenir l'âge du poudingue de base de l'anthracolithique du Dong Tho, homologue de celui des schistes lustrés, et la présence d'une lacune sédimentaire locale entre le dévonien et la série lustrée, nous sommes autorisé à admettre d'une façon générale, que la base du complexe gréso-schisteux coïncide avec la partie inférieure du système anthracolithique.

b) Limite supérieure.

Dans une note précédente [26], nous avons rapproché des « grès singuliers » de MM. Jacob et Bourret la partie supérieure de ce complexe gréso-schisteux et nous l'avons considérée comme postérieure aux microgranites et aux rhyolites, ce qui nous avait conduit à placer ces formations appelées « grès à débris de microgranites et de rhyolites » à la base du secondaire.

De nouvelles observations nous obligent à modifier cette manière de voir.

Dans sa partie supérieure, le complexe lustré est constitué très souvent par des grès à débris de feldspath, injectés par des rhyolites et des microgranites, dont il est possible d'observer la présence dans toute la masse du complexe, mais qui, dans cette partie, sont plus abondants et souvent à l'état de filonnets très petits.

Postérieurement au dépôt de ces grès, peut-être à l'époque des venues porphyriques, l'ensemble du complexe a été soumis probablement à l'action minéralisatrice d'eaux chaudes, agissant sans doute à des profondeurs assez grandes ; après quoi, le tout s'est trouvé entraîné au secondaire dans des mouvements orogéniques. Toutes ces actions se sont traduites par une sorte de métamorphisme ou plutôt de métasomatose dont la conséquence a été un nourrissement des quartz, qui ont pris des contours déchiquetés et filiformes, et la production de séricite et quelquefois aussi de muscovite ; il en est résulté cet aspect spécial qui, jusqu'à un certain point, rend la série gréso-schisteuse énigmatique.

Ces faits sont indéniables, car nous avons eu l'occasion d'examiner au microscope des échantillons de grès lustrés, traversés par de minces filonnets de rhyolite.

En outre, nous n'avons jamais observé de masses de rhyolites et de microgranites nettement incluses dans le complexe schisto-gréseux. Elles lui sont toujours supérieures et se tiennent directement à leur contact (1).

Notre conclusion sera que les éruptions de porphyres quartzifères, qui se placent immédiatement au-dessus des grès et schistes lustrés, en constituent la limite supérieure ; ce qui ne les empêche pas de rester dans l'anthracolithique ainsi que nous le verrons plus tard.

---

(1) Dans certains cas, comme, par exemple, à la base et au sud du plateau Meo de Nong Et, elles peuvent constituer la charnière synclinale d'un grand pli couché et faire croire à des intercalations.

Point n'est besoin de faire intervenir le trias dans cette question de limite supérieure, puisque les poudingues de base de ce système sont transgressifs et contiennent des éléments empruntés soit aux rhyolites, soit aux grès lustrés, soit aux formations plus anciennes et qu'ils ne se trouvent normalement au contact des grès lustrés que lorsque les rhyolites font défaut.

c) *Coupes.*

Voici maintenant quelques coupes dans le but de montrer les relations du complexe gréso-schisteux anthracolithique avec les formations qui l'encadrent ou le traversent et de donner un aperçu de la constitution de ses assises.

a) Coupe au nord du Ru A. — Cette coupe a été relevée dans le pays Muong du Nghe An, à l'intérieur de la boucle du Song Con, un peu à l'est du 105e degré de longitude orientale.

Pour l'établir nous nous sommes servi des renseignements recueillis de chaque côté et à peu de distance du village de Ke On, et sur la piste qui, de ce village, conduit sur le flanc nord du Ru A.

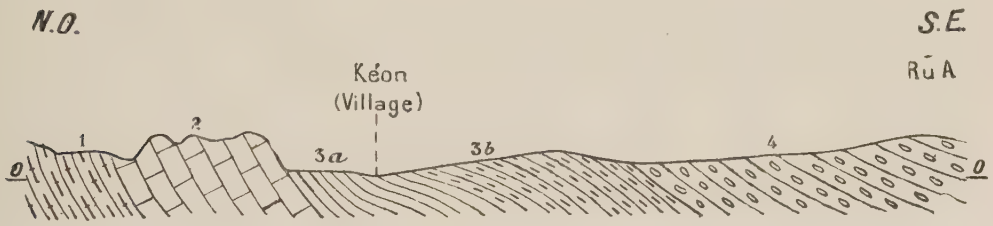


Fig. 13. — *Coupe passant par le Ru A et le village Muong de Ke On.*

Echelle : 1/100.000

Légende : 1. Schist s cristallins ; 2. Calcaires marmorisés du dévonien ; 3. Complexe anthracolithique ; 3 a. Schistes rouge violacé avec parties noirâtres à la base ; 3 b. Grès et schistes sériciteux imprégnés de fer ; 4. Poudingue du trias, généralement quartzeux et un peu écrasés.

Dans cette région, le complexe gréso-schisteux est à peine lustré et plutôt plissoté que plissé, il n'est pas métamorphisé, tandis qu'un peu au nord-ouest on constate un certain métamorphisme qui se traduit par la présence d'un peu de mica noir dans les schistes de sa base.

Toutes les formations que nous avons observées aux environs de Ke On plongent assez fortement au sud-est.

La coupe débute au nord-ouest du village par des calcaires saccharoïdes à peine marmorisés qui s'appuient sur des schistes cristallins, généralement des micaschistes ; sur ces calcaires, que nous attribuons au dévonien, viennent, un peu avant le village,

des schistes plissotés rouges, violets et noirâtres qui constituent la base du complexe anthracolithique ; ces schistes supportent, au sud du village, une série de grès schisteux un peu sériciteux, qui contiennent, surtout à leur partie supérieure, de la limonite ; la coupe se termine par des poudingues généralement quartzeux et légèrement écrasés ; ces poudingues, qui constituent probablement tout le Ru A, seraient triasiques ; en s'éloignant vers le sud-est, ils paraissent se relever sur l'anthracolithique qui affleure de nouveau sur les bords du Song Con, ils occupent donc là un axe synclinal de direction nord-est.

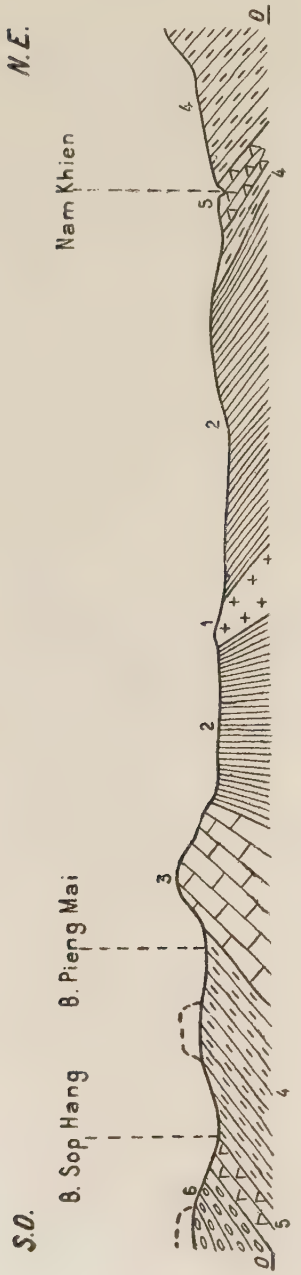


Fig. 14 — *Coupe du Nam Mo aux environs de Ban Sop Hang.*

Échelle. 1:160.000.

Légende : 1. Granite ; 2. Schistes siluro-dévoniens ; 3. Calcaire marmorisé ; 4. Schistes et grès-schisteux anthracolithiques ; 5. Rhyolites ; 6. Poudingues et terrain rouge du trias.

En résumé, le complexe anthracolithique comprend deux termes : à la base, au contact de l'élément le plus élevé du substratum, des schistes rouges, violets ou noirâtres et au sommet, des grès schisteux érodés, sur lesquels le trias est transgressif.

b) Coupe du Nam Mo aux environs de Ban Sop Hang. — Nous ne parlerons ici que de la coupe relevée le long du cours d'eau, laissant de côté la position de certains paquets calcaires qui se tiennent sur les hauteurs et qui ont toute l'apparence de lambeaux de charriage.

La coupe traverse l'anticlinal du Phou Lai Leng un peu avant son ennoyage périclinal au nord-ouest, sous les schistes triasiques du Tran Ninh.

En amont de Ban Sop Hang, le terrain rouge du trias et les poudingues schisteux de sa base viennent s'appuyer sur une mince série de rhyolites très laminées qui reposent sur des grès schisteux feldspathiques contenant de petits cubes de pyrite de fer.

En aval de Ban Sop Hang, ces grès qui, comme les couches qui les surmontent, plongent assez fortement au sud-ouest, viennent s'appuyer sur des schistes rouges, violacés et sériciteux qui se suivent jusqu'au delà de Ban Pieng Mai ; l'ensemble des grès feldspathiques et des schistes violacés, dont l'épaisseur peut avoir de 1500 à 1800 m, appartient au complexe gréso-schisteux de l'anthracolithique.

Presque immédiatement après B. Pieng Mai, une lame importante de calcaires blancs, marmorisés, sort de dessous les schistes. Ces calcaires, que nous attribuons au dévonien, sont coupés transversalement par une étroite fissure verticale au fond de laquelle coule le Nam Mo ; au nord-est, cette formation vient buter, presque verticalement, contre une très épaisse série schisteuse qui débute par des schistes gris noir, durcis, mais dont la masse principale est constituée par des schistes gris ou verdâtres, tachetés de jaune et souvent rubéfiés par altération. Au confluent du Nam Tip, ces formations, dont le pendage est passé au nord-est, s'ouvrent pour donner passage à une écaille de granite à biotite très écrasé, qui affleure sur une faible distance transversale. En continuant vers le nord-est, on constate que les schistes prennent un pendage d'ensemble de moins en moins incliné. Un peu avant le passage du Nam Khien, ils disparaissent sous des grès schisteux feldspathiques, laminés, identiques à ceux de B. Sop Hang ; ces grès sont disposés en synclinal couché à flanc inverse étiré ; l'axe de ce synclinal, qui suit sensiblement la vallée du Nam Khien, est occupé par des rhyolites à quartz globulaire, très écrasées.

Dans la seconde partie de cette coupe, les grès schisteux de l'anthracolithique, représentés seulement par les grès feldspathiques de leur partie supérieure, sont compris entre des rhyolites au sommet et une série de schistes tachetés à la base. Cette série de schistes tachetés voit, vers le sud-ouest, s'intercaler, entre elle et les schistes anthracolithiques, des calcaires supposés dévoniens; ces schistes, qui sont inférieurs aux calcaires, appartiennent donc au siluro-dévonien. En effet, si nous prolongeons vers le nord-ouest, dans le sens même de leur direction, les couches schisteuses, nous arrivons, après une quarantaine de kilomètres de parcours, dans la plaine de Ban Ban sur les bords de laquelle, des schistes analogues et qui nous paraissent semblablement disposés, ont fourni à M. Dussault une faune nettement gothlandienne, bien caractérisée par un *Encrinurus* [23].

Le complexe gréso-schisteux de cette coupe se fait remarquer par un laminage intense qui, vers le nord-est, a causé la suppression des schistes de sa base.

L'ensemble, plus complet vers le sud-ouest, comprend, entre les calcaires dévoniens et les rhyolites, deux termes, à la base, les schistes rouge violacé, signalés dans la coupe précédente et, au sommet, des grès feldspathiques qu'il est difficile de paralléliser avec ceux de Ke On.

c) Coupe aux environs de Ban Song Khon. — Cette coupe a été relevée dans la dépression du Nam Hung, d'après les renseignements recueillis le long du Nam Than, affluent de droite du Nam Hung, depuis le témoin le plus oriental de l'anthracolithique calcaire à l'ouest de B. Song Khon, jusqu'à la série gréso-schisteuse de l'anthracolithique annamite.

Quand on vient de l'ouest par la piste qui franchit le massif calcaire du Phou Man (non dénommé sur la carte), prolongement nord-ouest du Nui Pha Bo, on constate que la crête est constituée par des calcaires cassés, blancs, ou gris clair, d'aspect ouralo-permien ; ces calcaires s'appuient vers l'est sur des calcaires noirs, un peu laminés, avec parties schisteuses, tout à fait semblables aux calcaires viséens à *Syringopora* qui, à peu de distance de là, entre Ban Nam Giang et Ban Sop Sot occupent la même position stratigraphique.

Cet anthracolithique, très peu à l'ouest de Ban Song Khon, repose en discordance sur une série un peu plissée et laminée, constituée par des schistes gréseux, avec cailloux déformés de quartz, de grès ou de quartzites et de schistes durcis.

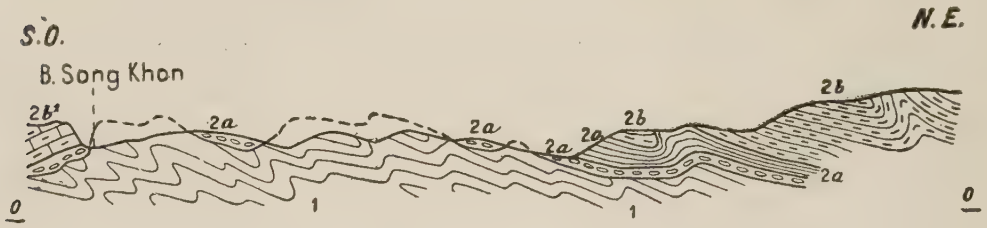


Fig. 15. — *Coupe aux environs de B. Song Khon.*

Echelle : 1/80.000

Légende : 1. Série schisteuse siluro-dévonienne de la nappe hercynienne ; 2. Anthracolithique : 2^a. Poudingue de base ; 2^b. Série gréso-schisteuse, sériciteuse et féldspathique, très laminée, satinée et lustrée ; $2^{b'}$. Calcaires viséens à l'ouest de la nappe.

Près de Ban Song Khon, ce poudingue schisteux est supporté à son tour par une très épaisse série de schistes gris, tachetés, un peu micacés, au milieu desquels se voient de rares intercalations plus gréseuses.

Ces schistes légèrement plissés font partie du complexe siluro-dévonien de la nappe hercynienne ; on les suit, à partir de Ban Song Khon, sur près de 5 km. de distance transversale vers le nord-est ; ils supportent de petits paquets de poudingues schisteux qui paraissent flotter à leur surface.

Plus au nord-est, la nappe disparaît définitivement sous les poudingues schisteux, qui constituent ici la base de la série lustrée gréso-schisteuse ; ce sont des alternances de grès et de schistes très laminés, satinés, au toucher savonneux, constitués par des schistes sériciteux, des schistes à muscovite, des grès feldspathiques, également sériciteux et micacés (muscovite), dans lesquels les quartz sont aussi nourris. C'est bien là notre série anthracolithique gréso-schisteuse et lustrée.

On remarquera que, comme la série anthracolithique calcaire du versant laotien, le complexe anthracolithique gréso-schisteux a sa base constituée par le même poudingue schisteux. Cependant une différence essentielle, indépendante des faciès, sépare ces deux anthracolithiques : la discordance qui existe entre les calcaires et les poudingues schisteux dans l'anthracolithique laotien, ne se retrouve pas du côté annamite, où aucune discordance appréciable ne peut être observée sur toute l'épaisseur de la série gréso-schisteuse.

Un autre intérêt de cette coupe réside dans le fait qu'elle apporte un argument de plus pour démontrer le synchronisme, au moins relatif, des formations calcaires de l'anthracolithique et des grès schisteux que nous attribuons à cette époque.

Enfin, cette coupe nous montre le contact et, par là, les relations de la nappe hercynienne avec sa couverture.

d) Coupe passant par Bach Son et le Dong Bat. — Cette coupe dirigée vers le nord-est passe par le village de Bach Son, situé à 22 km. à l'ouest de Vinh. La plaine de rizières du village se trouve sur une série importante de schistes violets avec nids de limonite, affleurant dans de petits mamelons isolés ; vers le nord-est, ces schistes se continuent sur les pentes inférieures du Dong Bat, où ils viennent se relever contre des grès schisteux et sériciteux, très écrasés ; ces grès contiennent un peu de fer à l'état de limonite, ils se font remarquer par une sorte de métasomatose qui se manifeste, au microscope, par un nourrissement de tous les quartz. Près de leur base, ils sont percés par un filon de microgranite intrusif très acide.

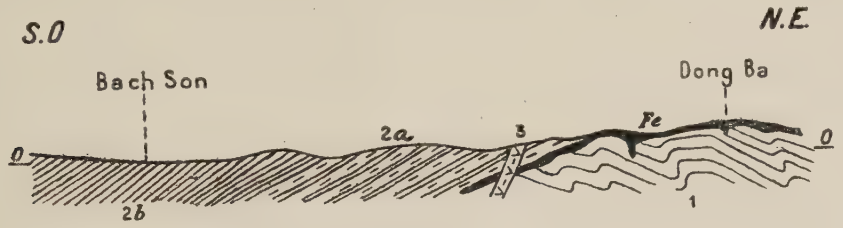


Fig. 16. — *Coupe passant par Bach Son et le Dong Bat*

Echelle : 1/50.000

Légende : 1. Quartzites et lydiennes dévoniennes; 2. Complexe gréso-schisteux de l'anthracolithique : 2a. Grès sériciteux un peu ferrugineux, 2b. Schistes violets; 3. Microgranite filonien ; Fe. Fer (épaisseur très exagérée).

Immédiatement après un petit ruisseau, sous ce complexe gréso-schisteux, qui pend modérément au sud-ouest, surgit la masse principale du Dong Bat constitué par des lydiennes, des quartzites à grains généralement très fins, et des schistes très siliceux ; cette série légèrement plissée est recouverte et pénétrée par une enveloppe d'hématite brune manganésifère, qui sépare cette masse dévonienne de sa couverture anthracolithique. Ce gîte de fer, interstratifié, se présente comme un minerai de concentration continentale qui semble correspondre à une période d'émersion au carbonifère inférieur.

Les schistes violets de Bach Son ont le même faciès que ceux de La Khé qui contiennent une faune viséenne, ils correspondent, en outre, aux schistes rouge violacé des coupes précédentes.

Quant aux grès schisteux de base, ils correspondent, au moins partiellement, aux poudingues schisteux et aux schistes gris de la base du complexe anthracolithique.

L'absence de poudingues est d'ailleurs locale, car à quelques kilomètres au nord-ouest, ils affleurent dans les berges du Song Ca, dans la même position stratigraphique.

Résumé.

Nous ne nous attarderons pas dans la description de nouvelles coupes, les principales questions (limites, stratigraphie, lacunes et contacts) ayant été suffisamment traitées dans les coupes qui précèdent. Si nous n'avons rien dit sur la région au

sud du Song Ca, c'est parce que nous pensons qu'il y a un intérêt plus grand à donner les coupes de cette région en discutant la position des porphyres quartzifères, dont les plus importants massifs se trouvent entre le Ngan Pho et la Porte d'Annam.

Bien que les faciès du complexe schisto-gréseux soient très variables en raison des modifications dont ces formations ont été l'objet postérieurement à leurs dépôts, soit de la part du métamorphisme (très rare) ou du dynamométamorphisme, soit sous l'influence du métasomatisme, la stratigraphie d'ensemble est des plus simples et peut se ramener à la succession suivante :

Au sommet : Une série surtout gréseuse, caractérisée fréquemment par l'existence de feldspaths détritiques, dont la présence serait liée à la destruction de masses granitiques mises en place au moment de leur formation ou un peu avant. Ces grès pourraient correspondre au moscovien supérieur et à l'ouralien.

A la base : une série essentiellement schisteuse, sans débris de feldspath, débutant souvent par des poudingues schisteux ou schisto-gréseux. Cette formation, tout à fait semblable au dinantien du Rao Cay et à certaines parties du dinantien du Ngan Sau et du pays de Qui Dat, correspondrait au dinantien et au moscovien inférieur.

Les deux termes de cet anthracolithique gréso-schisteux paraissent être très inégalement représentés. La série inférieure surtout schisteuse est partout bien développée, par contre, les grès à débris de feldspath, très épais au nord-ouest, semblent diminuer brusquement d'épaisseur dans le nord du Hatinh et, plus au sud, leur existence n'est certaine que sur la rive gauche du Rao Nay.

Les actions métasomatiques, fréquemment observées, sont en grande partie indépendantes de la position stratigraphique des divers horizons, elles sont peut-être en relation avec la venue des porphyres quartzifères dont la surface couverte, importante encore, a dû jadis, être beaucoup plus considérable.

Par sa façon de reposer sur son substratum, sur lequel elle a le plus souvent glissé, cette formation anthracolithique paraît occuper une place analogue à la série intermédiaire de M. Jacob, et nous avouerons que nous sommes très tenté d'en faire la base de cette série, la partie supérieure étant triasique.

TRIAS

Le trias a été signalé depuis longtemps dans les régions de l'Indochine qui font l'objet de cette étude.

Les observations des premiers explorateurs, sur les deux versants de la chaîne annamitique, apportèrent de bonne heure une contribution paléontologique appréciable, à laquelle il a été ajouté peu de chose depuis. Nous avons déjà signalé les découvertes de M. Dussault, au Laos dans le terrain rouge du trias, et celles de M.M. Lantenois et Deprat en Annam, dans le trias marin des environs de Quan Son et de Hoang Mai ; puis plus récemment, la découverte par M. Jacob d'un autre niveau fossilifère, à 3 kil. au nord de la station de Hoang Mai.

La stratigraphie du trias est peu connue, et les questions de limites inférieure et supérieure, ainsi que celles des raccords latéraux qui n'étaient pas résolues lorsque M. Jacob quitta l'Indochine en 1922, ne peuvent pas encore être traitées avec certitude.

Nous sommes toujours en présence des trois faciès définis par M. Jacob: 1° faciès de la série intermédiaire ; 2° faciès des argiles rouges et schistes violacés du Tran Ninh ; 3° faciès bas-laotien [32 page 98] sans qu'il soit possible de les synchroniser rigoureusement, ni de les raccorder dans l'espace.

Nous dirons très peu de chose sur le faciès des argiles rouges et des schistes violacés du Tran Ninh, que nous n'avons pu observer convenablement, puisqu'ils ne forment qu'un étroit liseré à la limite nord-ouest des régions que nous avons parcourues.

Le caractère principal du trias, qu'il appartienne au faciès bas-laotien ou au faciès annamite (nous n'emploierons pas le terme de faciès intermédiaire utilisé par M. Jacob, parce qu nous sommes tentés, ainsi que nous l'avons déjà dit, de placer dans la série intermédiaire, non seulement le trias, mais aussi les grès et schistes souvent lustrés de l'anthracolithique) est d'être transgressif, bien que non discordant ou très faiblement discordant sur les formations permiennes ou que nous considérons comme pouvant être de cet âge.

Il n'est pas douteux que les sédiments triasiques ont dû couvrir de grandes surfaces dans le nord de l'Indochine centrale ; des témoins, réduits malheureusement aux poudingues de base et à un peu de terrain rouge, trop rares pour raccorder directement les deux faciès, se voient encore dans les anciennes dépressions de la Cordillère annamitique.

Pour faciliter la description, nous diviserons l'étude du trias en trois parties correspondant aux trois faciès de M. Jacob, que nous passerons en revue dans l'ordre suivant :

1°. — Faciès bas-laotien.

2°. — Faciès annamite.

3°. — Schistes violacés du Tran Ninh.

1°. — Faciès bas-laotien.

Dans l'ensemble les dépôts du trias constituent, au Laos, deux bandes grossièrement parallèles disposées en gradins de chaque côté des calcaires ouralo-permiens de l'anticlinal du Nam Hin Boun.

La plus méridionale, qui est aussi la plus basse, suit la vallée du Mékong ; au nord, elle déborde, par les vallées du Nam Sane et du bas Nam Ka Dinh, sur l'anticlinal du Nam Hin Boun, et rejoint le versant sud-ouest du Phou Sao ; plus au sud, sa limite nord-orientale suit d'abord de très près le Mékong jusqu'au delà de Thakhek ; elle s'infléchit ensuite vers l'est sud-est, pour gagner la Chaîne annamitique par les hautes vallées de la Se Bang Fay et de la Se Noi ; elle rejoint ainsi le gradin septentrional, un peu au nord du 17e parallèle.

La bande du gradin septentrional, qui est généralement la plus élevée, garnit au nord-ouest la dépression située entre les anticlinaux du Phou Sao et du Phou Lai Leng (synclinal du Nam Mo) ; trave sant ensuite, à l'état de témoins, l'anticlinal du Phou Sao sur l'emplacement de l'ensellement du Nam Hung, elle se dirige au sud-est, entre la Chaîne annamitique et l'anticlinal du Nam Hin Boun ; au passage du sillon du Rao Cay, elle émet un large prolongement qui s'avance en Annam jusqu'au delà du confluent du torrent de Muong Bam ; après le Phou Et Va, elle s'interrompt sur une trentaine de kilomètres, à la traversée des calcaires anthracolithiques du massif de Ke Bang ; enfin, après avoir traversé la Chaîne annamitique dans le pays Kha de Co Roong, elle se termine au-dessus de la plaine du Quang Binh, à moins de 10 kil. au sud-ouest de Dong Hoi.

Trois petits témoins de poudingues situés sur le versant annamite de la Chaîne : le premier, à l'ouest du signal géodésique du Phou Lon sud, un autre sur le 105e méridien au sud du Cao Véou et le troisième dans le sillon d'Hang Rao (Quang Binh) paraissent jalonner le raccord du faciès bas-laotien et du faciès annamite.

Le trias du Laos présente une remarquable uniformité de faciès. D'une manière générale on y reconnaît deux horizons :

1°. — un poudingue de base.

2°. — des argiles rouges plus ou moins marneuses et gréseuses (terrain rouge du trias).

Le poudingue de base est souvent gréseux ; ses galets sont, dans ce cas, presque entièrement constitués par du quartz. Les cailloux, disposés souvent en lentilles étagées à différents niveaux, sont de dimensions variables : depuis la grosseur d'un pois, jusqu'à celle du poing et même au delà ; les plus gros galets se trouvent généralement à la base de la formation.

Dans le cas de poudingues à ciment gréseux, il n'est pas rare d'observer entre les poudingues et le terrain rouge, plusieurs niveaux de grès de diverses couleurs, bruns ou verts, notamment.

Lorsque le poudingue est schisteux, son ciment est de l'argile rouge, et ses galets sont souvent plus ou moins roulés ; c'est ainsi qu'on y observe fréquemment des calcaires et même des schistes paléozoïques.

Pour expliquer la différence qui existe entre la nature des galets dans les deux types de poudingues, on pourrait faire intervenir, dans le cas des poudingues schisteux, un moindre transport, et surtout la nature du ciment. Il est évident, en effet, que l'argile des poudingues schisteux n'a pas, à vitesse égale, et à beaucoup près, une force de corrosion aussi grande que le quartz.

Lorsque la partie inférieure des terrains triasiques est constituée par des poudingues schisteux, l'ensemble de la formation est en terrain rouge, ce n'est que rarement et sur de faibles épaisseurs qu'on y trouve intercalés de véritables grès.

Nous dirons quelques mots au sujet de la permanence de la teinte rouge dans les sédiments triasiques.

Ce fait très général dans le faciès laotien, encore fréquent dans le faciès annamite, reçoit facilement une explication. En effet, après le permien supérieur l'édifice hercynien, exondé en grande partie, dut se recouvrir de grandes épaisseurs de

latérite. Ces produits d'oxydation, dont on ne voit plus de trace aujourd'hui, auraient été repris au trias par les eaux courantes et entraînés à la mer, où ils auraient coloré les sédiments jusqu'à une certaine distance du littoral. C'est à un phénomène de ce genre qu'est due, actuellement encore, la coloration de la *vase rouge* de la côte orientale de l'Amérique du Sud.

a) *Subdivisions et limites.*

Ainsi que nous l'avons déjà dit, nous n'avons pas d'argument pour établir une stratigraphie des dépôts triasiques bas-laotiens et encore moins pour déterminer ses limites dans le temps.

Les raccords que nous pouvons tenter de faire avec l'Annam sont encore imprécis, et, même de ce côté, nous ne sommes pas fixé sur l'âge exact des poudingues de base.

Voici tout ce que nous pouvons dire à ce sujet. Les dépôts triasiques bas-laotiens sont séparés, à leur base, des dépôts du permien supérieur à *Sumatrina Annae* par une période d'émersion dont la durée est indéterminée.

La succession la plus complète que nous ayons observée est la suivante, de haut en bas :

4°. — Marnes et argiles rouges avec, en quelques points, des intercalations gréseuses à ciment calcaire. Cette formation a livré, près de sa partie supérieure dans le Phou Pha Man (Kam Keut), une faune de bivalves peu caractéristiques dont une forme du genre triasique *Pachycardia*. L'épaisseur de ces sédiments est de plusieurs centaines de mètres.

3°. — Grès bruns sans fossiles.

2°. — Grès gris quartziteux sans fossiles ; épaisseur quelques mètres.

1°. — Poudingues ; épaisseur très variable.

La puissance totale de ces formations peut aller jusqu'à 800 mètres.

Tous ces sédiments, souvent horizontaux, mais quelquefois plissés, sont traversés par des andésites et supportent une série de grès salifère à peine ondulés, dont l'âge précis est inconnu, mais que des considérations d'ordre surtout tectonique peuvent nous faire regarder comme rhétienne ou supra-rhétienne.

b) *Coupes.*

Nous allons étudier maintenant quelques coupes pour montrer les contacts les plus intéressants, donner une idée sur l'allure générale de ces dépôts triasiques et préparer la voie aux raccords latéraux.

a) Coupe de B. Na Theut à B. Ta Pei Pan. — Cette coupe menée transversalement au synclinal secondaire du Nam Ka Dinh, est orienté au nord-nord-est, à travers le Phou Ac et le Phou P'an, parallèlement et à peu de distance du cours supérieur du Nam Theun.

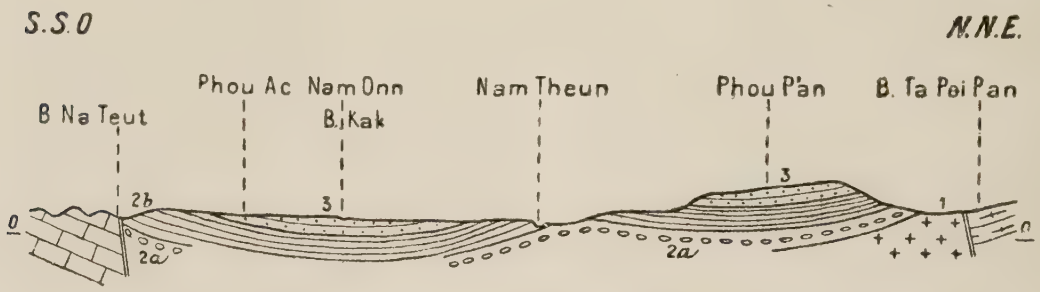


Fig. 17. — *Coupe de Ban Na Theut à Ban Ta Pei Pan.*

Echelle : 1/160.000

Légende : 1. Ouralo-permien calcaire ; 2 a. Poudingues triasiques ; 2 b. Terrain Rouge 3. Grès supérieurs salifères.

Sur ce trajet, les terrains sédimentaires, trias et rhétien présumé, paraissent concordants. Le trias, composé d'une épaisseur assez constante de poudingues et d'argiles rouges, dessine un synclinal peu accusé, dédoublé par un petit anticlinal axial qui fait apparaître les poudingues dans le lit du Nam Theun. Beaucoup plus loin au nord-ouest, sur le parallèle de Keng Den, ce même petit anticlinal permet l'affleurement des calcaires ouralo-permiens du Pha Muong. Au sud du Phou Ac, le trias bute par faille contre l'ouralien à *Schwagerina princeps* de Ban Na Theut, incliné comme lui légèrement au nord-nord-est. Son contact, vers le nord, se fait, d'une façon très générale dans cette région, avec le cristallin : granites ou schistes cristallins de la nappe hercynienne, que l'on retrouve dans ses poudingues à l'état de cailloux roulés.

b) Coupe dans les environs de Muong Bam. — A environ 8 kilomètres au nord de Bai Dinh, sur le Nam Bam, à peu de distance de son confluent avec le Rao Cay, on peut observer le contact du trias avec le complexe gréso-schisteux de l'anthracolithique.

Ce dernier est constitué par une série très plissée horizontalement (c'est-à-dire affectée de plis courts) dans la composition de laquelle entrent, en proportion à peu près égale, des séricito-schistes quartzeux et des schistes violacés et satinés, très métasomatosés.

C'est sur cette série arasée, suivant un plan voisin de l'horizontal, que repose transgressivement le trias.

La coupe que l'on peut relever entre le contact et le premier hameau de Muong Bam, est l'une des plus intéressantes.

La base de la série triasique constituée par quelques mètres d'un poudingue a éléments moyens, généralement calcaires, et à ciment quartzo-ferrugineux, supporte un autre poudingue, celui-là schisto-gréseux, et à petits cailloux de quartz bien roulés ; c'est sur cette assise, très peu épaisse également, que vient le terrain rouge, qui se

continue ensuite sur une très grande épaisseur, avec des passées un peu plus gréseuses.

Rien dans le trias n'est écrasé. Dans les poudingues de la base nous avons reconnu au microscope la présence de calcaires à fusulinidés et des grès quartzites sériciteux à quartz nourris du substratum.

c) Coupe entre la chaîne du Phou Au et le massif calcaire du Pha Nhot San. — La section intéressée par cette coupe passe par le contact du secondaire du synclinal du Nam Ka Dinh avec le paléozoïque du Cammon, à 4 kilomètres au sud de Ban Hin Ma, village déjà mentionné à propos du dévonien et du dinantien.

La coupe d'ensemble du secondaire de la région comprend, au sommet, des grès probablement rhétiens, qui constituent la crête du Phou Au. Ces grès, très peu inclinés au sud-ouest, couronnent une série épaisse de marnes et argiles rouges plus ou moins gréseuses qui débutent par des grès et des poudingues à cailloux de quartz. Au passage de l'Houei Ngom, le trias, légèrement relevé à la faveur d'un petit anticlinal, laisse apparaître, au-dessous de lui, des calcaires ouralo-permiens qui affleurent en îlots rocheux sur les bords de la rivière.

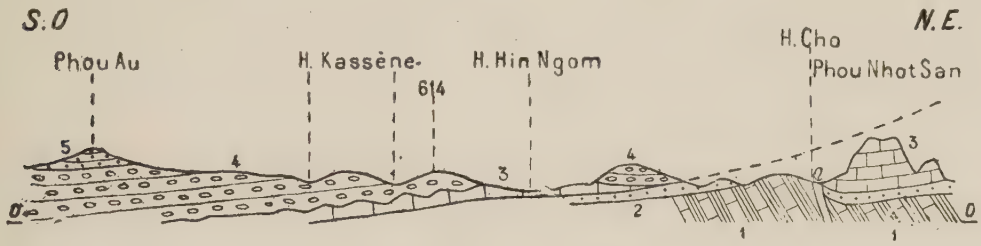


Fig. 18 — *Coupe entre la chaîne du Phou Au et le massif calcaire du Pha Nhot San.*

Echelle : 1/100.000

Légende. 1 : Dévonien et dinantien inférieur ; 2 Grès moscovien ; 3. Calcaires ouralo-permiens ; 4. Trias ; 5. Grès supérieur ; Q. Quartz.

Après avoir constitué, le sommet de la ligne de collines de la côte 767, les poudingues se relèvent légèrement, une dernière fois, pour disparaître au-dessus de la branche occidentale de l'Houei Cho. En ce point, l'érosion post-permienne a complètement enlevé les calcaires ouralo-permiens et les poudingues du trias viennent s'appuyer sur un horizon plus bas, le moscovien, dont les grès ferrugineux contiennent, un peu plus au nord, de très mauvaises empreintes de lamellibranches.

En continuant vers le nord-est, on ne tarde pas à voir le moscovien se terminer horizontalement sur la tranche des sédiments plissés du dévonien et du tournaisien.

Sur l'Houei Cho, une fracture dirigée sensiblement nord-sud, comblée par 8 à 10 mètres de quartz filonien et de grès moscoviens écrasés, sépare le paléozoïque plissé des masses de calcaires ouralo-permiens du Pha Nhot San, disloquées par des cassures, mais non plissées.

Les transgressions triasique et anthracolithique mises à part, on est frappé, en regardant cette coupe, de la différence d'épaisseur des calcaires ouralo-permiens de chaque côté de la cassure de l'Houei Cho. A l'ouest, ces calcaires qui n'atteignent pas

200 m. de puissance sur l'Houei Hin Ngom et qui, au-dessus de l'Houei Cho, ont été complètement enlevés par l'érosion antétriasique, dépassent 800 mètres d'épaisseur à l'est de la fracture, dans le massif du Pha Nhot San. L'érosion post-permienne ou anté-triasique a donc plus énergiquement travaillé les calcaires dans un cas que dans l'autre.

L'hypothèse la plus simple pour expliquer ce fait est d'imaginer que l'accident de l'Houei Cho est anté-triasique et post-permien. On comprend alors facilement dans ce cas, que les sédiments ouralo-permiens du Pha Nhot San, placés au fond d'un compartiment affaissé, aient été beaucoup moins attaqués par l'érosion anté-triasique que ceux situés de l'autre côté de la fracture, suspendus à une certaine hauteur au-dessus d'eux.

Reste à démontrer l'âge anté-triasique de la fracture de l'Houei Cho. Si nous jetons un coup d'œil sur la carte, nous voyons immédiatement qu'en prolongeant la cassure, suivant une ligne à peine sinueuse, jusqu'à l'ouest des calcaires de Ban Song Khon, nous laissons à l'ouest tous les affleurements triasiques existant sur ce trajet ; et, ce qui est beaucoup plus important, nous pouvons voir que tous les lambeaux de calcaires qui se trouvent sous ce trias, ont une faible épaisseur, comparée à celle qu'atteignent ces mêmes sédiments, à l'est, dans le massif inclus dans le triangle Ban Song Khon-Ban Na Di-Ban Pa Hoc. La différence d'épaisseur relevée dans les calcaires de chaque côté de l'Houei Cho n'est donc pas locale, et il semble bien que la ligne B. Na Di-ouest de Ban Song Khon corresponde à une fracture.

Au sud de Ban Na Di, l'accident de l'Houei Cho ne se remarque plus ; il n'a donc pas intéressé le secondaire sur son passage, depuis le Phou Au jusqu'au Phou Pha Man.

Par contre, au sud du Phou Pha Man, les grès moscoviens gréseux du Phou Vang Chan, s'appuient contre les calcaires ouralo-permiens du Phou Pha Pet, suivant une fracture dirigée sensiblement nord-sud. Cette cassure, qui peut se suivre sur 18 kilomètres environ, se trouve sur le trajet, un peu infléchi vers l'ouest, de l'accident de l'Houei Cho.

Nous sommes donc bien là en présence d'une fracture anté-triasique importante, dont la longueur reconnue dépasse 75 kilomètres, depuis Ban Song Khon au nord jusqu'à Ban Tong Long au sud, aux abords de la plaine secondaire du Mékong.

d) Coupe du Khe Nha Na en amont de Xom Lang Moc. — Cette coupe intéresse quelques uns des témoins les plus septentrionaux du trias, isolés sur le versant oriental de la Chaîne annamitique, dans la vallée du Khe Nha Na, petit affluent rive droite du Song Giang, à un peu plus de 25 kilomètres au sud-sud-est de Con Cuong.

Lorsque venant de Muong Cham au Laos, on se dirige vers l'Annam par la piste, tracée presque constamment dans la série lustrée, qui conduit à Xom Long Moc, on arrive, un peu avant le pied de l'arête qui aboutit à un confluent du Khe Nha Na, sur des poudingues gréseux à cailloux déformés de quartz.

Cette formation, très plissée, plonge fortement au nord-est comme la série lustrée qui la supporte.

Vers la cote 250, ces poudingues à faciès triasique, supportent des micaschistes de contact, très froissés, contre lesquels arrive une autre série de poudingues, peu

épaisse, très laminée, à ciment schisteux avec muscovite et séricite, dans laquelle nous reconnaissons la base de la série lustrée, que nous reprenons d'ailleurs aussitôt.

A 1500 mètres environ en aval de la cote 250, un autre petit lambeau de trias laminé affleure à la faveur d'un petit synclinal déversé au sud-ouest ; le flanc normal de ce synclinal étiré comprend également des rhyolites à quartz globulaire, complètement broyées. En continuant vers l'aval, on ne voit plus de trias, mais à X. Long Moc les schistes lustrés avec grès riches en débris de feldspath, toujours très inclinés au nord-est, compriment un second témoin de rhyolite au fond d'un étroit synclinal.

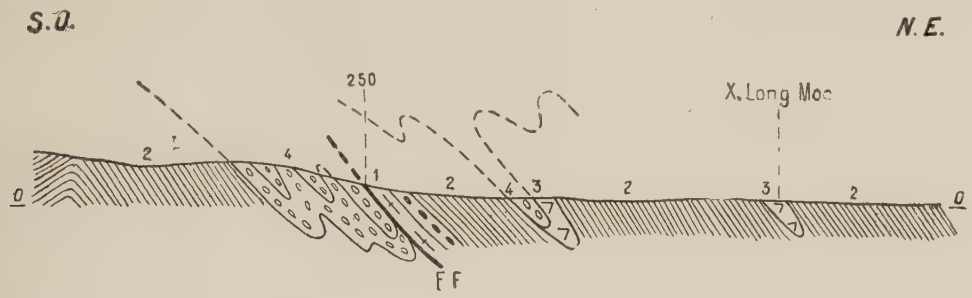


Fig. 19. — *Coupe du Khe Nha Na en amont de Xom Long Moc.*

Echelle : 1 / 80.000

Légende : 1. Micaschistes de contact ; 2. Anthracolithique gréso-chisteux avec poudingues de base ; 3. Rhyolites ; 4. Poudingues triasiques ; F F. Contact anormal.

e) *Coupe de Nam Mo en amont de Ban Sop Hang.* — Nous ne renouvellerons pas cette coupe donnée antérieurement (fig. 14, page 160) nous la rappelons seulement pour pouvoir la comparer avec les coupes précédentes.

Sur le Nam Mo, le trias du type bas-laotien, venant de la région située au sud-est du Phou Sao, est en relation, ici comme dans la coupe du Khe Nha Na, à la fois avec les rhyolites et l'anthracolithique gréso-schisteux qui contient, dans les deux cas, des grès à débris de feldspath.

Il est donc logique d'admettre que les poudingues du Khe Nha Na, qui sont disposés semblablement aux poudingues du Nam Mo, sont du même âge, de même qu'il est logique de considérer tout l'ensemble triasique qui va du Nam Mo au Quang-Binh, c'est à dire le trias du faciès bas-laotien, comme synchronique dans toutes ses parties.

Or, comme nous le verrons bientôt, le trias de la vallée du Nam Mo, tout comme celui du Khe Nha Na, se présente stratigraphiquement de la même manière que le trias du faciès annamite.

C'est un fait que nous tenons à faire constater sans essayer de conclure pour le moment.

2°. — Faciès annamite.

Les sédiments du trias annamite sont beaucoup plus morcelés que ceux du faciès bas-laotien. La principale raison doit en être cherchée dans les mouvements qui, postérieurement à leur dépôt, ont affecté plus violemment ceux-là que ceux-ci ; une

autre cause se trouve dans l'érosion actuelle, qui a travaillé plus énergiquement le versant oriental de la Chaîne annamitique que le versant laotien.

Nous comprenons dans le trias du faciès annamite toutes les formations de cet âge qui se trouvent à l'est de la Chaîne annamitique, depuis Cua Rao jusqu'à Badon, où elles sont semblablement disposées sur un même substratum. C'est ainsi que nous avons été amené à considérer comme faisant partie du faciès annamite des dépôts, réduits souvent à leurs poudingues de base, ou comprenant un peu de terrain rouge, et qui pourraient trouver tout aussi bien leur place dans le faciès bas-laotien.

Voyons maintenant, quelle est la répartition géographique de ce trias à faciès annamite.

Sur la rive gauche du Rao Nay, de petits lambeaux longent le pied des collines ou couronnent quelques crêtes.

Plus au nord, d'autres petits lambeaux se voient au sud de la route mandarine, entre Hatinh et Ky Anh.

A l'ouest d'Hatinh, quelques bandes effilées sont pincées en synclinaux dans les collines du Da Do et de la rive droite du Ngan Sau ; auprès de Ha Linh, un peu d'anthracite se voit dans le terrain rouge.

Plus au nord encore, de petits affleurements forment des îlots au milieu des rizières ou bordent vers l'ouest et le sud, le massif cristallin au sud de Benhuy.

Tous les affleurements précédents, qui ne comprennent que des poudingues avec, dans certains cas, un peu de schistes rouges, sont très réduits. On ne trouve des affleurements de quelque importance que dans la partie de la province de Vinh située au nord du Ngan Pho et du cours supérieur du Song Ca.

Le plus méridional de ces grands lambeaux est placé au nord-ouest de l'angle formé par le Ngan Pho et le Song Ca, en amont de leur confluent, où il forme les collines du Ru Vac et du Ru Kim Nghe; dans sa constitution nous n'avons vu encore que des poudingues quartzeux et du terrain rouge.

Un deuxième affleurement comprenant, en outre, quelques îlots détachés de sa masse principale, entre dans la constitution de la ligne de collines qui, de Huu Biet à 6k500 à l'ouest nord-ouest de Vinh, se dirige au nord, puis à l'ouest-nord-ouest et enfin au nord-ouest, en décrivant une double inflexion qui se termine sur le Song Ca, au sud de Do Luong. Avec cet affleurement nous rejoignons le chapelet des petits lambeaux triasiques ci-après:

A l'est, ce chapelet, constitué par une série d'îlots, débute au sud de la ligne de collines paléozoïques et rhétiennes traversées par la voie ferrée à Do Cam ; de là, il se dirige, par le nord de Do Luong, jusqu'au confluent du Song Con et du Song Ca, avant lequel le gros de ses affleurements se termine. Plus au nord-ouest, cette bande triasique se continue par deux îlots allongés, le premier sur la rive gauche du Song Ca en amont de Con Cuong, le second sur la rive droite du fleuve, en aval de Cua Rao. Au nord-est de la ligne de Do Luong — confluent du Song Con, il se détache de cette bande une triple rangée d'affleurements qui, parallèlement, se dirigent au nord-est, vers le Song Mai, au delà duquel ils se rejoignent avant de tourner vers le nord-ouest pour franchir la limite nord de notre travail.

Un dernier affleurement, disposé en V, au nord du confluent du Song Con, a son point d'inflexion situé à 13 kilomètres environ au nord nord-est de Con Cuong. Sa branche nord-est, plus épaisse et digitée, disparaît sous les basaltes récents de la vallée

morte située au sud du Len Chu ; quant à sa bande nord-ouest, courte et souvent étroite, elle ne tarde pas à s'infléchir vers le sud-ouest pour se rapprocher du Song Ca, à peu de distance au nord de Ban Khé Moi.

Au nord de la région de Huu Biet, le trias, plus développé que précédemment, présente des niveaux plus variés, fossilifères en quelques points avec couches à céphalopodes ; ce sont là, les caractères typiques de notre faciès annamite. Comme on le voit, on ne trouve ce faciès qu'assez loin, au nord du parallèle de Vinh, où il est réduit à un golfe peu important qui ne pénètre pas dans la vallée du Song Ca au delà du 104°40' de longitude Est. Nous avons déjà appelé cette région triasique, *Golfe triasique du Nghe An.*

La répartition des faciès du trias annamite varie dans le sens vertical avec leur situation géographique.

La nature du ciment des poudingues de base, la dimension et le degré d'usure de leurs galets, de même que l'épaisseur de leurs formations, sont beaucoup plus variables que dans le faciès bas-laotien.

La partie du trias, supérieure aux poudingues, varie encore plus dans sa composition : tantôt elle ne comprend que des schistes rouges, tantôt ce ne sont guère que des calcaires avec rares intercalations schisteuses ou gréso-schisteuses, d'autres fois enfin, il y a passage de la formation schisteuse à la formation calcaire.

Ces différences de faciès qui correspondent à des profondeurs différentes, pourraient présenter un intérêt paléogéographique remarquable, si leur connaissance était étendue à des surfaces plus grandes que la petite région du Nghe An où nous les avons observées.

Dans le paragraphe suivant nous donnerons, avec une division en horizons basée sur nos connaissances paléontologiques, un essai de coordination des différents faciès du trias annamite.

a) *Subdivisions.*

La classification du trias en horizons présente de grandes difficultés par suite du petit nombre d'observations dont nous disposons, pour donner des renseignements stratigraphiques.

Nous avons, néanmoins, réunis ces renseignements dans la coupe schématique ci-dessous, qui donne, avec la succession stratigraphique, la répartition des faciès triasiques en Annam. On ne devra donc considérer cette coupe que comme un essai destiné à donner une forme concrète à l'état de nos connaissances et de nos conceptions sur le trias.

On voit d'après ce schéma que le trias annamite comprend deux faciès extrêmes. Le premier, littoral et néritique, est surtout développé dans la région des digitations côtières au sud du Song Ca, sur les bords de la Chaîne annamitique et aux abords du dôme cristallin du Phou Huat, dont la masse principale se trouve au nord en dehors de notre travail.

Ce sont des formations importantes de poudingues transgressifs et d'argiles et schistes rouges néritiques qui ne peuvent être séparés lithologiquement des poudingues et du terrain rouge du faciès bas-laotien. La seule différence, et elle n'est pas

absolue, ainsi que nous le verrons plus tard, est d'ordre tectonique, c'est la plus grande schistosité des sédiments annamites.

Le second, qui débute aussi par des poudingues, passe rapidement à un faciès de mer profonde. Son étendue ne paraît pas avoir été considérable ; son aire couverte, grossièrement triangulaire, se tient un peu à l'intérieur du golfe triasique du Nghê-An ; au nord de notre travail, la mer triasique s'avançait à nouveau dans l'intérieur du continent, après avoir contourné les pentes inférieures du môle du Phou Huat.

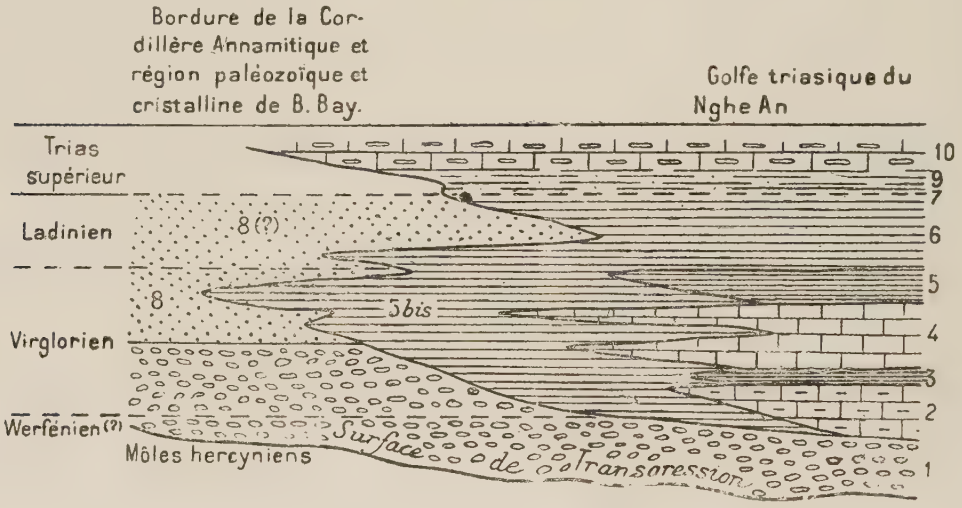


Fig. 20. — *Coupe schématique du trias du faciès annamite.*

Légende : 1. Poudingues de base ; 2. Calcaires à *Mentzelia Mentzeli* Dunk. *Retzia* sp. ; 3. Schistes de Hoang Mai à *Xenodiscus Middlemissi* Diener et *Danubites Kansa* Diener ; 4. Calcaires de Khoa Truong à *Ceratites* cf. *superbus* Mojs ; 5. Schistes de Quan Son à *Ceratites trinodosus* Mojs ; 5bis. Schistes à *Hoernesia* sp ; 6. Schistes à *Hoernesia* sp. aff. *H. inflata* Mansuy et *H. Bhavani* Diener ; 7. Schistes un peu gréseux à *Myophoria Goldfussi* V. Alberti ; 8. Schistes et argiles rouges ; 9. Grès schisteux à petits cailloux ferrugineux ; 10. Calcaires à silex avec térébratules.

Les dépôts de ce secondaire comprennent des calcaires néritiques à gastropodes, puis des calcaires et des schistes de mer plus profonde avec céphalopodes abondants.

Cet état de choses, qui paraît correspondre au passage du géosynclinal triasique, dure peu de temps, et à la fin du trias moyen ce ne sont plus que des schistes à *Hoernesia,* avec rares intercalations calcaires ; ces derniers ne tardent d'ailleurs pas à disparaître ; le passage du trias moyen au trias supérieur se fait par des schistes gréseux à *Myophoria.* Le trias supérieur paraît être constitué par de grès schisteux avec petits cailloux ferrugineux que surmonte une épaisseur assez importante de calcaires gris ou rouges avec rognons et lits de silex, riches en térébratules.

Ce sont ces calcaires qui, plus au nord-ouest, ont été attribués d'abord au lias, puis au callovien par M. Mansuy [Mansuy 39, 43 et 49, Dussault 17 et 18]. Au dessus, vient le rhétien transgressif.

Entre ces deux faciès extrêmes du trias, on observe, surtout dans l'intervalle qui s'étend du bas Song Ca au Song Con, tous les termes de passage de l'un à l'autre de ces deux types sédimentaires.

Les schistes rouges contiennent quelques veines d'anthracite près de Ha Linh, sur la rive droite du Ngan Sau, un peu au sud du parallèle de Hatinh.

b) Limites

Comme nous l'avons si souvent répété, les poudingues du trias sont transgressifs en Annam, tout comme ils le sont au Laos ; leur limite inférieure est une surface d'érosion, où se trouvent, en affleurement, toutes les formations géologiques antérieures, qu'elles soient cristallines ou sédimentaires ; le terme le plus élevé de ce substratum est donné par les épanchements de rhyolites, avec lesquelles les poudingues triasiques se trouvent souvent en contact et dont ils contiennent des fragments à l'état de galets.

La limite supérieure est plus difficile à préciser, ainsi que nous l'avons vu, les derniers sédiments triasiques seraient des calcaires à silex et térébratules rangés autrefois dans le jurassique.

Ces sédiments du trias supérieur, qui sont plissés au-dessous du rhétien transgressif et horizontal, paraissent avoir fourni les éléments siliceux qui entrent dans la constitution d'une brèche sédimentaire que nous trouvons à l'état de cailloux faiblement roulés dans la dépression située à Hoang Mai, entre le trias et le rhétien.

Ce conglomérat ne paraît pas différent de la brèche des sommets de M. Bourret [5], et de la brèche du Système X du Capitaine Zeil [63], placée dans le rhétien par le premier de ces auteurs.

Dans les coupes qui suivent, nous allons essayer de rendre évidents les faits contenus dans les pages qui précèdent.

c) Coupes

a) Coupes de l'anticlinal de Huu Biet. — Cette coupe passe à l'ouest nord-ouest de Vinh, au nord du village de Huu Biet déjà cité ; elle intéresse la terminaison orientale du pli déjeté et tordu du Nui Thung Giang.

Le sentier, qui de Huu Biet, se dirige au nord pour franchir le col du Truong Va, laisse à droite (est) les petites collines parallèles du Ru Muon. La coupe de ces collines dénudées s'observe facilement sur l'une des pistes qui les franchissent dans leurs parties déprimées.

Le couloir de Truong Va, au milieu duquel se voit un petit mamelon, est constitué par des schistes et quartzites disposés en dôme peu plissé s'enfonçant à l'est sous les rhyolites qui forment la première ligne des hauteurs du Ru Muon. Ces rhyolites, peu écrasées, supportent, à leur tour, des poudingues à ciment rouge plus ou moins schisteux, englobant, avec des galets de quartz, des cailloux de quartzite, de rhyolite, de lydienne et de grès anthracolithiques. Ces poudingues, qui forment une deuxième ligne étroite et courte, de collines, disparaissent bientôt sous les alluvions de la plaine de Vinh.

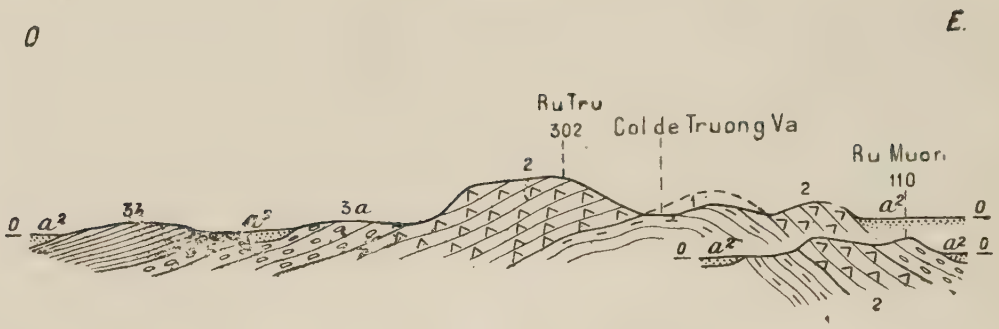


Fig. 21. — *Coupes de l'anticlinal de Huu Biet.*

Echelle : 1/50.000

Légende : 1. Anthracolithique gréso-schisteux ; 2. Rhyolites ; 3a. Poudingues triasiques ; 3b. Argiles et schistes rouges.

Nota : les deux coupes sont distantes de 2km. et parallèles.

A l'ouest du col de Truong Va, les schistes paléozoïques s'enfoncent sous les rhyolites peu inclinées qui constituent toute la masse du Ru Tru ; ces rhyolites, dont l'épaisseur paraît dépasser 500 mètres, sont recouvertes par des poudingues constitués en grande partie à leurs dépens ; la coupe se termine par les schistes rouges qui affleurent dans de petites collines un peu éloignées du Ru Tru.

L'intérêt de cette coupe est de montrer nettement la transgression du trias sur les rhyolites, qui sont à l'état de galets dans les poudingues.

b) Coupe de Thuan Vi à Tri Le. — Cette coupe orientée sensiblement au nord-ouest traverse le chevauchement du Nui Bo Bo, par 105° 27' de longitude est et 19° 5' de latitude nord. Nous l'avons relevée sur le sentier de Thuan Vi à Tri Le sur le Song Con. Le début de la coupe, c'est-à-dire le contact des calcaires *3c* sur les poudingues *3a*, ne peut se voir à Thuan Vi même, où le rocher situé au sud de ce village affleure au milieu de rizières ; pour l'observer il faut se rendre à l'ouest de Dong Mai, sur les premières pentes du Nui Hon Nay ; là, il est facile de voir les calcaires noirs du trias, se relever doucement au nord-ouest sur des poudingues à gros éléments non écrasés, dont les galets sont surtout composés de quartz, de lydiennes, de quartzites et de grès sériciteux.

Tout le reste de la coupe s'observe, soit sur le sentier de Thuan Vi à Tri Le, soit à ses abords.

Au départ de Thuan Vi, le sentier circule quelques temps dans les poudingues ou dans des grès à peine écrasés qui doivent faire partie de la même formation, il traverse ensuite une plaine marécageuse ouverte probablement dans des schistes que nous n'allons pas tarder à voir sur une faible épaisseur, à la montée d'un petit col. Ces schistes sont jaunes, nuancés de vert, un peu gréseux, et supportent à nouveau des poudingues ; ceux-ci à petits éléments de quartz et de lydiennes et à ciment quartzeux, ont encore l'aspect de poudingues triasiques ; leur pendage d'ensemble peu incliné, se fait au nord-ouest ; à leur partie supérieure, ils passent à un poudingue rouge schisteux qui, lui-même, passe à des schistes de même teinte, lesquels, progressivement, deviennent

plus clairs ; toutes ces couches constituent l'arête du Dong Huyet et se suivent jusqu'un peu au-dessous du Ru Mong Ca, où vient s'intercaler une lame de calcaire noir (3c) très laminé et riche en calcite filonienne. En ce point, on constate que les couches qui sont en direction nord-est comme précédemment pendent de 35° au nord-ouest, c'est-à-dire toujours dans le même sens.

Au-dessus des calcaires, en même temps que la pente du terrain s'accentue, les schistes deviennent de plus en plus laminés ; finalement, ils passent à une zone gréseuse riche en filonnets et en amygdales de quartz, dans laquelle, après examen au microscope, il est peut-être logique de voir une zone d'écrasement qui comprendrait du paléozoïque et des poudingues triasiques.

On arrive ainsi à une roche granitoïde très décomposée, disposée en lame de recouvrement au-dessus de la série précédente. Cette roche qui constitue le Ru Mong Ca et la plaine de Qui Lang est un microgranite à grands éléments, qui paraît procéder du granite.

Peu après le village de Qui Lang, le sentier arrive à une première ligne de collines, au bas desquelles affleurent quelques couches de lydiennes surmontées immédiatement par des schistes roses, dans lesquels nous avons recueilli de nombreuses empreintes de lamellibranches du genre *Hoernesia*, que nous n'avons pu encore identifier. Ces schistes contiennent, en quelques points, des passées de calcaires laminés disposés en amygdales ; un peu plus loin on arrive sur des schistes peu différents, peut-être un peu plus gréseux, qui nous ont donné des moules de *Myophoria Goldfussi* V. Alb. Ces couches, qui affleurent sur une faible étendue au milieu des schistes précédents, appartiendraient au sommet du trias moyen, ou à l'extrême base du trias supérieur ; en effet, *Myophoria Goldfussi* est considéré en Europe comme tout à fait caractéristique de la dolomie-limite du groupe de la Lettenkohle, qui fait la transition du Muschelkalk au Keuper.

Par leur position au milieu des schistes précédents, les couches à *Myophoria Goldfussi* occuperaient le fond d'un synclinal déversé vers le sud-est, dont nous viendrions de traverser le flanc inverse étiré et réduit, au-dessus des microgranites, à une lame mince de paléozoïque et à quelques schistes triasiques.

Plus loin, le sentier traverse à nouveau les schistes (*3d*) avec calcaires subordonnés ; en un point, ces schistes sont fossilifères, ils contiennent en abondance une *Hoernesia* qui diffère de l'espèce précédente et qui présente autant d'affinités avec *H. Bhavani* Diener du trias supérieur du Cachemire, qu'avec *H. inflata* Mansuy. Nous avons retrouvé au Yunnan cette dernière forme décrite du trias du Tonkin par M. Mansuy, elle appartient probablement au ladinien supérieur.

Après le gisement à *Hoernesia*, les schistes s'enrichissent rapidement en lames calcaires ; on arrive ainsi à une masse importante de calcaires noirs dont le pendage, qui au début se faisait encore au nord-est, ne devient bientôt plus discernable ; la descente vers un petit ruisseau se fait, après les calcaires, sur les schistes nuancés sans fossiles.

Au nord de ce ruisseau, on trouve des grès quartzites avec petits galets de quartz qui paraissent correspondre aux poudingues de base du trias. Ces grès, qui pendent nettement au sud-est, paraissent passer sous les couches précédentes ; le changement de pendage se ferait à partir des calcaires, dans la partie brouillée à pendage indiscernable, qui correspond à la descente sur le ruisseau.

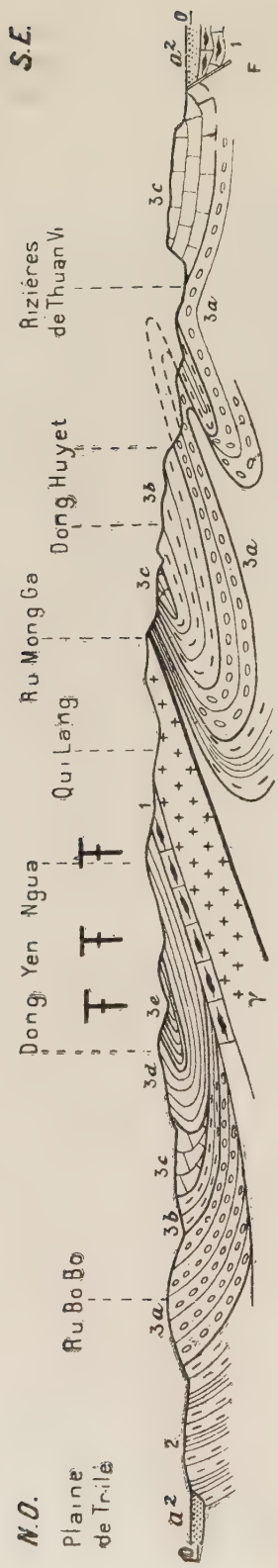


FIG. 22. — *Coupe de Thuan Vi à Tri Lé.*

Echelle : 1 80 000e

Légende : γ Microgranite ; 1. Lydiennes et quartzites ferrugineux du dévonien ; 2. Complexe anthracolithique ; 3. Trias : 3a Poudingues, 3b Schistes nuancés sans fossiles, 3 Calcaires noirs sans fossiles, 3d Schistes roses nuancés avec calcaires subordonnés comprenant deux niveaux fossilifères à *Hoernesia*, 3e Schistes gris et roses ferrugineux à *Myophoria Goldfussi* v. Alberti ; F. Faille ; C. A. Plan de chevauchement ; ⊣. Gisements fossilifères.

En approchant de Tri Le on constate que le pendage augmente peu à peu, son inclinaison qui était de 25° au départ du ruisseau, ne tarde pas à dépasser 40° et même 45°.

Des observations faites sur la route, au sud de Tri Le, nous ont permis de reconnaître que ces grès poudingues venaient s'appuyer sur des grès et des schistes lustrés et plissotés qui, plus à l'ouest, laissent la place aux calcaires marmorisés du dévonien.

En résumé, la coupe de Thuan Vi à Tri Le, nous a montré une série surtout triasique, affectée de plis étirés et déjetés au sud-est, qui donne l'impression d'une succession de lames imbriquées.

Dans ce trias nous avons pu reconnaître les zones suivantes :

1°. — Dans la partie sud-est de la coupe, près de Thuan Vi.

Au sommet :

3c — calcaires noirs.

à la base :

3a — poudingues gréseux.

2° — Entre Thuan Vi et Tri Le.

Au sommet :

3e — schistes à *Myophoria Goldfussi*.

3d — schistes avec calcaires subordonnés à *Hoernesia* sp.

3c — calcaires noirs.

3b — schistes sans fossiles.

à la base :

3a — poudingues très gréseux.

c) *Coupe au nord de Hoang Mai.*— Cette coupe passe par le gisement fossilifère découvert par M. Jacob à 3 km. au nord-est de la station de Hoang Mai.

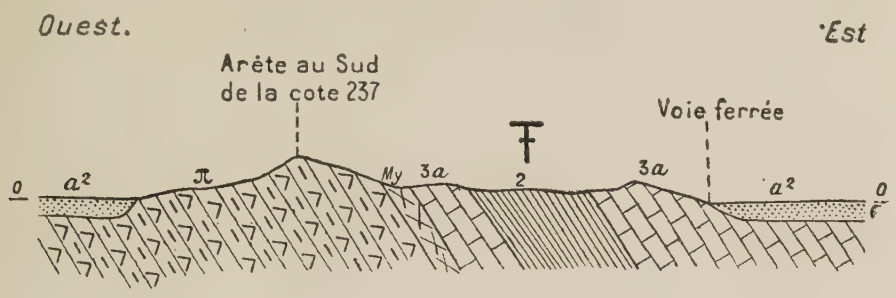


Fig. 23. — *Coupe au Nord de Hoang Mai.*

Echelle : 1/25.000e

Légende : 1. Partie inférieure des calcaires de Khoa Truong, horizon dit de Quan Moc ; 2. Schistes gris verdâtres nuancés à *Xenodiscus Middlemissi* Diener, etc.; 3. Partie supérieure des calcaires de Khoa Truong ; π. Dacites ; My. Brèche de friction.

En ce point, le trias débute immédiatement par des calcaires qui viennent s'appuyer par l'intermédiaire d'une brèche de friction sur de puissantes masses de dacite.

Au-dessus de la brèche composée surtout de fragments de dacites, les calcaires présentent quelques affleurements discontinus et peu épais, dans lesquels nous n'avons pas trouvé de fossiles; ces calcaires paraissent se mettre dans le prolongement de la base des importantes masses de calcaires situées à l'est de la station de Hoang Mai ; c'est de ces dernières que proviendrait la faune siliceuse à *Mentzelia Mentzeli* Dunk.

Au-dessus de ces calcaires vient une intercalation schisteuse peu constante, simple épisode, semble-t-il, au milieu de la sédimentation calcaire. M. Jacob a déjà fait connaître ces schistes, dans lesquels il avait recueilli quelques ammonites pyriteuses dont une avait été comparée par M. Mansuy à *Balatonites* cf. *arietiformis* Mojs.

A la suite d'une visite à ce gisement, nous entreprîmes des recherches nouvelles qui, après plusieurs jours, nous permirent d'extraire la faune dont voici la liste provisoire :

Xenodiscus Middlemissi Diener
Gymmites nov. sp. aff. *G. Sankara* Diener
Lecanites nov. sp. aff. *L. Vogdesi* Hyatt et Smith
Danubites Kansa Diener
Danubites nov. sp. aff. *D. Kapila* Diener
Ceratites cf. *Dieneri* Mojs.
Ceratites Varisci Mojs.
Ceratites aff. *C. Voiti* Oppel
Ceratites aff. *C. Lennanus* Mojs.
Ceratites aff. *C. Gosaviensis* Mojs.
Ceratites nov. sp. aff. *C. Comottii* Mojs.
Celtites aff. *C. armatus* Waagen.
Celtites Floriani Mojs.
Hungarites nov. sp. aff. *H. triformis* Mojs.

Balatonites Meneghini Mojs.
Balatonites nov. sp. aff. *B. Meneghini* Mojs.
Balatonites nov. sp. aff. *B. arietiformis* Mojs.
Megaphyllites sandalinus Mojs.
Megaphyllites aff. *M. Jarbas* Mojs.
Sageceras aff. *S. Gabbi* Mojs.
Norites gondola Mojs.
Meekoceras cf. *Skrikanta* Diener
Cuccoceras nov. sp. aff. *C. bonae-vistae* Hyatt et Smith
Parapopanoceras aff. *P. Haugi* Hyatt et Smith
Acrochordiceras (?)
Japonites (?)
Spiriferina cf. *Lilangensis* Stol.

De cette liste de 27 espèces, encore incomplète, sept ont reçu une détermination ferme. Parmi elles, deux sont des formes du virglorien inférieur du Pic de Chitichun dans l'Himalaya, ce sont *Xenodiscus Middlemissi* et *Danubites Kansa ;* une troisième, *Norites gondola*, est connue dans tout le virglorien ; les quatre autres sont des espèces de l'horizon à *Ceratites trinodosus* (virglorien supérieur) du trias alpin, ce sont : *Ceratites Varisci*, *Celtites Floriani*, *Balatonites Meneghini* et *Megaphyllites sandalinus*.

A ces sept formes on pourrait peut-être ajouter une forme du virglorien inférieur de l'Himalaya, *Meekoceras Skrikanta*, représentée par un échantillon que son état de conservation médiocre ne permet pas de déterminer avec certitude. Il en est de même pour le brachiopode qui se trouve en grande abondance dans cet horizon et que nous n'avons pu comparer qu'à *Spiriferina Lilangensis*.

Des espèces restantes nous retirerons deux formes qui n'ont pu être déterminées même génériquement : *Acrochordiceras* (?) et *Japonites* (?).

Les dix sept espèces qui restent encore sont probablement des espèces nouvelles auxquelles nous avons trouvé des affinités avec des formes connues.

Cinq d'entre elles sont voisines des espèces suivantes du virglorien inférieur. Parmi celles-ci, trois sont des formes himalayennes : *Gymnites Sankara*, *Ceratites Dieneri* et *Danubites Kapila* ; quant aux autres, *Hungarites triformis* est connu dans le trias d'Artinsk et *Celtites armatus* dans celui de la Salt Range.

Dix autres se rapprochent de formes du virglorien supérieur. Parmi celles-ci, nous distinguons cinq espèces du trias alpin : *Ceratites Lennanus*, *Balatonites Meneghini*, *B. arietiformis*, *Ceratites Comottii* et *C. Gosaviensis* ; quatre autres sont des espèces de l'Amérique du Nord : *Sageceras Gabbi*, *Cuccoceras bonae-vistae*, *Parapopanoceras Haugi* et *Lacanites Vogdesi* ; la dernière, *Ceratites Voiti* est une forme de l'Himalaya.

Quant à la forme restante, c'est avec une espèce du ladinien des Alpes, *Megaphyllites Jarbas*, qu'elle présente le plus d'affinités.

De ce qui précède on peut donc conclure avec certitude à l'âge virglorien de la faune des schistes de Hoang Mai ; sa place dans cet étage paraît être dans la partie supérieure, mais tout à fait à la base de cet horizon ainsi que l'atteste la présence d'espèces du virglorien inférieur du Pic de Chitichun, et parmi celles-ci une forme du

genre werfénien : *Xenodiscus*, très rare dans le virglorien inférieur et encore inconnu dans l'horizon à *Ceratites trinodosus*. Peut-être même, à cause de ces derniers arguments, serait-il plus logique de considérer le niveau des schistes de Hoang Mai, comme un horizon spécial, correspondant au *virglorien moyen*.

Les calcaires qui terminent la coupe, au-dessus des schistes à *Xenodiscus Middlemissi*, correspondent à la masse principale des calcaires de Hoang Mai, leur épaisseur est considérable. Nous croyons y voir les représentants des calcaires supérieurs de Khoa Truong à faune du virglorien supérieur.

C'est un peu au nord de cette coupe, au droit du kilomètre 239 de la voie ferrée Hanoi-Vinh, qu'affleurent les calcaires à térébratules qui paraissent constituer l'horizon le plus élevé du trias de ces régions.

La coupe relevée de l'ouest à l'est, à partir des calcaires de la partie supérieure du virglorien de Hoang Mai, montre d'abord une série assez épaisse de schistes gréseux, identiques aux schistes à *Myophoria Goldfussi*, passant par le haut à des grès plus ou moins schisteux à très petits cailloux oxydés. Cet ensemble, qui plonge à l'est-nord-est, supporte des masses assez épaisses de calcaires gris ou rouges avec rognons et lits de silex de différentes teintes, gris et rose notamment. Sur toute leur épaisseur ces calcaires contiennent des térébratules, dont la plus commune est identique à *Aulacothyris inflata* Mansuy des calcaires de Ba Ma (Tonkin) et de Pac Bo (Laos) attribués au callovien par M. Mansuy.

Tous ces sédiments, assez énergiquement plissés, sont percés par des intrusions andésitiques avec brèches et supportent, à n'en pas douter, malgré une lacune topographique locale, les masses à peu près horizontales du rhétien, qui s'étendent plus à l'est.

Ainsi les calcaires à térébratules, qui sont anté-rhétiens et probablement post-ladiniens, appartiennent au trias supérieur et non au callovien ; et il est permis d'admettre que la revision de leur faune, avec une documentation plus complète que celle dont disposait M. Mansuy, conduira aux mêmes conclusions.

Disons tout de suite, à ce sujet, que parmi la faune de Ba Ma se trouve une spiriferine non figurée qui, d'après M. Mansuy, ne diffère pas de *Spiriferina Lipoldi* Bitt. de l'*étage carnien*. [39]

Pour terminer, nous mentionnerons une formation que nous n'avons pas trouvée en place et qui existe à l'état de cailloux assez peu roulés parmi les alluvions de la plaine de Hoang Mai, dans la dépression qui s'étend entre le trias et le rhétien. C'est un conglomérat bréchoïde, constitué en majeure partie par des silex de teintes variées, identiques à ceux des calcaires à térébratules. Cette brèche, qui se laisse comparer à la brèche des sommets de M. Bourret, située au Tonkin à la base du rhétien, pourrait occuper ici une position stratigraphique analogue ; ce serait une brèche sédimentaire d'origine tectonique.

Nous n'insisterons pas davantage sur le trias à faciès annamite, dont les coupes qui précèdent nous ont fait connaître les principaux caractères, nous terminerons seulement par l'indication d'un autre gisement de *Myophoria Goldfussi* dans des grès schisteux qui affleurent au nord de la route de Nghia Hung (Phu Qui) à Yen Ly, à 2 km. du premier de ces villages.

3° — Schistes violacés du Tran Ninh.

Nous n'avons observé cette formation que sur la piste qui se rend de Tha Do village situé au confluent du Nam Mo et du Nam Khien, à Xieng Khouang, en passant par le village Meo de Ban Tin Xan.

Ce sont des schistes le plus souvent violets, contenant des intercalations importantes de grès, de calcaires violacés, de calcaires marneux jaunes et de calcaires gris ou clairs. Ces derniers prennent une grande importance, à Ban Tin Xan et dans les environs où ils culminent à 1500 m. et 1600 mètres d'altitude en masses importantes.

Entre B. Sa Noi et Xieng Khouang, cette série vient s'appuyer sur le môle granitique du Phou Sao sur lequel elle a glissé ; des ophites écrasées et altérées se voient à B. Sa Noi près du contact.

Nous n'avons aucun argument pour placer ces schistes dans le trias, c'est à la suite de M. M. Jacob et Dussault, qui ont eu l'occasion de les mieux observer, que nous les considérons comme triasiques.

Observations sur la possibilité de raccorder les faciès bas-laotien et annamite.

A l'aide des renseignements qui précèdent nous allons essayer d'esquisser ce raccord. Dans cet essai, nous ne tiendrons aucun compte des schistes violacés du Tran Ninh dont les relations avec les deux autres faciès du trias nous sont inconnues.

Examinons donc les caractères communs au faciès bas-laotien et au faciès annamite.

1°. — Les deux faciès sont transgressifs, ils débutent tous deux par un poudingue.

2°. — Les termes stratigraphiquement les plus élevés de leur substratum sont à peu près du même âge.

Au Laos, nous avons vu que le terme le plus élevé de ce substratum est le permien supérieur (horizon à *Sumatrina Annae*).

En Annam, cette même partie du substratum du trias est constituée par des rhyolites, dont nous plaçons la majorité des épanchements au permien. La raison de cette attribution, encore incomplètement discutée, repose sur ce que les rhyolites sont comprises, entre une série de grès et de schistes appartenant à l'anthracolithique à la base, et une période d'émersion qui les sépare des poudingues triasiques, au sommet. Or, l'âge de la partie inférieure de ces poudingues qui peut être variable suivant le lieu, en raison de la durée de la transgression triasique, doit, dans la région rhyolitique de l'Annam, appartenir au werfénien, peut-être à sa partie moyenne ou supérieure, puisque nous connaissons d'importants dépôts calcaires dès le début du trias moyen.

En résumé, on peut donc dire qu'au Laos, tout comme en Annam, les poudingues triasiques sont sensiblement synchroniques et qu'une même période d'émersion sépare, des deux côtés de la Chaîne annamitique, les mêmes termes du trias des mêmes horizons du paléozoïque.

3o. — Les faciès du trias, qui sont différents sur le Mékong et dans la région maritime de l'Annam, sont identiques aux abords et au-dessus de la Chaîne annamitique et des môles anciens ; dans les deux faciès, ils ne comprennent que des poudingues à la base et du terrain rouge au sommet.

4°. — Enfin, une discordance, souvent peu appréciable au Laos, beaucoup plus nette en Annam, sépare les formations triasiques des dépôts qui leur sont immédiatement supérieurs, soit : des poudingues et des grès rhétiens à anthracite en Annam, et des grès salifères au Laos.

De ces quelques faits, nous sommes tenté de conclure que les dépôts triasiques sont bien synchroniques de chaque côté de la Cordillère annamitique et que le raccord devait se faire par les parties déprimées de cette Cordillère : au nord, par la dépression du Nam Hung, au sud, par les sillons du Rao Cay et d'Hang Rao dans lesquels se voient encore d'importants témoins.

RHÉTIEN

De même que le trias, les formations rhétiennes sont connues depuis longtemps en Annam, mais M. Deprat, qui en a le plus parlé, ne les prolongeait pas au sud du cap Falaise.

Nous attribuons à cet âge les dernières formations possédant un caractère marin ou lagunaire, ce sont : en Annam, des grès et poudingues avec anthracite, localisés dans le Nghe An ; et, au Laos, des grès rouges salifères, dont l'extension a dû être importante.

Aucun raccord n'est possible entre ces deux faciès, et si celui du littoral annamite est daté avec certitude, par analogie avec le rhétien qui se trouve plus au nord, par contre nous n'avons aucun argument qui nous permette de préciser l'âge des grès salifères laotiens.

En outre, si nous avons pu raccorder, dans l'ensemble, les faciès triasiques du bas Laos et de l'Annam, nous ne pouvons affirmer que la partie supérieure du terrain rouge du Laos appartient au trias supérieur. Tout ce que nous pouvons dire, c'est qu'aucune trace d'émersion ne s'observe entre le terrain rouge et les grès salifères, et que cette dernière formation paraît avoir succédé immédiatement au terrain rouge.

Le seul caractère commun au rhétien du Nghe An et aux grès laotiens c'est la discordance qui les sépare du trias. Répétons encore, à ce sujet, que, si celle-ci est des plus nettes en Annam, il est difficile de l'observer convenablement au Laos.

Cependant, dans les deux cas, cette discordance sépare des formations de faciès différents : à des dépôts marins, succèdent, en Annam, des sédiments littoraux, et, au Laos, des grès lagunaires.

Nous ne pouvons essayer de raccorder ces grès rouges salifères à ceux du Haut Laos étudiés par M. M. Jacob et Dussault qu'une trop grande distance sépare. Ce raccord ne pourra être fait qu'après l'exploration complète des régions situées entre le Siam et le méridien de Xieng Khouang, au sud du parallèle de Luang Prabang.

Nous allons passer rapidement en revue chacune de ces formations secondaires dans l'ordre suivant :

1°. — Rhétien du Nghe An.

2°. — Grès supérieurs du Laos.

1° — Rhétien du Nghê An

L'extension vers l'ouest des dépôts rhétiens n'a jamais dû être considérable. Actuellement, leur limite suit une ligne brisée qui s'éloigne très peu du littoral.

Cette ligne qui vient au nord-ouest de la province de Thanh Hoa, où le rhétien atteint un plus grand développement, limite, à l'ouest, une première série d'affleurements dont le plus méridional est au sud du Cap Falaise et le plus important est celui qui se trouve entre la voie ferrée et l'île de Bien Son. Au delà, entre le Cap Falaise et Phu Dien, cette limite passe en mer. Pénétrant ensuite une dernière fois sur le territoire du Nghe An, entre Phu Dien et un point du littoral situé à l'est de Do Cam, elle circonscrit un affleurement triangulaire, dont un sommet se trouve à l'ouest, près du village de Nam Thon, sur la route de Phu Dien à Do Luong.

Si l'on jette un coup d'œil sur la carte, on constate que les dépôts rhétiens se moulent à l'intérieur du synclinal virglorien.

Cette formation est constituée par une série de poudingues, de grès et de schistes micacés alternant régulièrement sur une grande épaisseur. Cette disposition alternante, de couches dures de grès avec poudingues et de lits schisteux plus tendres, donne aux falaises rhétiennes cet aspect onduleux si spécial qui paraît se retrouver dans tous les dépôts rhétiens de l'Indochine.

Un peu d'anthracite a été signalé dans ces sédiments près de Bien Son et à l'est de Hoang Mai.

D'une façon générale, les dépôts rhétiens ne sont pas plissés, nous y avons noté seulement de larges ondulations et un relèvement plus accentué des couches au contact du trias.

M. Jacob qui ne connaissait que le lambeau de rhétien situé entre la voie ferrée et Bien Son, faisait passer une grande fracture dirigée nord-nord-ouest entre le trias et le rhétien dans la vallée qui se voit à l'est de Hoang Mai.

Pour cet auteur, le rhétien se serait déposé sur un fragment d'Avant-pays qui n'aurait pas été intéressé par les mouvements concomitants de la venue des nappes, ce qui expliquerait la tranquillité de ses dépôts.

Les observations complémentaires que nous avons faites ne nous permettent pas de retenir cette manière de voir.

Le rhétien est transgressif sur le trias et ses dépôts paraissent coïncider avec des mouvements orogéniques. Nous reviendrons sur ce sujet plus tard.

2° — Grès supérieurs du Laos

Cette formation couronne des crêtes ou forme des plateaux, ce n'est qu'à l'ouest du Mékong et, avec plus de doute, au sud de la région de Thakhek qu'on la voit dans les collines de peu de hauteur ou dans les plaines.

Dans la vallée du Nam Tse, les grès rouges supérieurs constituent quelques crêtes dont la principale est celle du Co Phia-Phou Kho traversé par le 106e méridien. Mais c'est dans le synclinal du Nam Ka Dinh qu'ils atteignent leur plus grand développement, soit qu'ils constituent de hauts escarpements dominant souvent les vallées de plus de 1000 mètres de hauteur, ou qu'ils forment le sol de vallées presque horizontales disposées sur des plateaux. On suit ainsi ces affleurements de grès depuis le Phou Et Va, au sud du col de Meu Gia, jusqu'au Phou Ta La Bat sur le 104e degré de longitude.

Plus loin vers le nord-ouest, ils ne paraissent pas se trouver dans la série triasique plissée que traverse le Nam Sane en amont de Muong Borikane. Nous ne les connaissons, dans cette région, qu'au sud de Muong Borikane où ils sont le plus souvent cachés sous les alluvions.

C'est dans un affleurement de cette bande, qui constitue un îlot au milieu du Mékong à hauteur du village de Ban Keng, que nous avons vu une intercalation de tuf andésitique dans les grès rouges ; en ce point, les couches plongent très légèrement au nord-est.

Cette formation paraît ne comprendre, dans cette région du Laos, que des grès rouges ou un peu grisâtres à structure souvent entrecroisée, avec de rares lits de petits cailloux de quartz.

Ces grès sont salifères, mais le sel répandu en petite quantité dans leur masse ne constitue pas d'amas ni de couches : il n'y a pas de mine de sel.

Les exploitations indigènes que nous avons vues près de Na Kay, de Ban Ta Leo, de B. Kok, dans la vallée du Nam Theun, et celles de B. Kam Bon et de B. Poun Han, près du Mékong à l'est du Nam Sane, utilisent des alluvions dans lesquelles le sel s'est concentré par lixiviation des grès.

Les observations que nous avons pu faire à ce sujet, dans la vallée du Nam Theun en particulier, nous ont conduit aux conclusions suivantes :

Les exploitations d'alluvions salées se trouvent en général dans des cuvettes synclinales, dont le sous sol est constitué par des argiles rouges triasiques et les bords par des grès supérieurs salifères. La coupe d'ensemble est celle donnée par la figure 24.

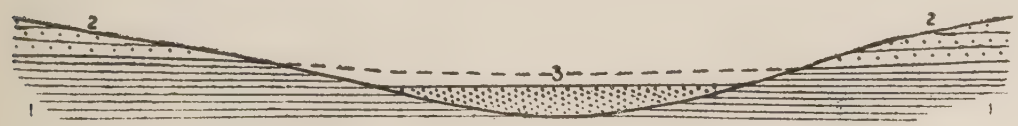


Fig. 24. — *Coupe schématique d'une cuvette salifère* (sans échelle).

Légende : 1. Argiles rouges du trias ; 2. Grès rouges supérieurs ; 3. Alluvions récentes salées.

Grâce à la double disposition en cuvette, cuvette d'érosion et cuvette synclinale, le sel contenu dans les grès est emporté par les eaux de ruissellement et vient se déposer au sein des alluvions qui garnissent le fond de la cuvette. Il se produit ainsi un dépôt de sel qui se concentre de plus en plus avec le temps et dont le degré de salure est d'autant plus grand que le fond des cuvettes est plus petit et que le bassin d'alimentation contient de plus grandes masses de grès salifères.

Sur le Nam Theun, dans les environs de B. Ta Leo, il est facile de voir des sources intermittentes salées, près du contact des argiles et des grès rouges.

Nous ne parlerons pas des procédés utilisés par les indigènes pour l'extraction du sel, ceux-ci ont fait l'objet de belles descriptions de la part de M. Jacob. [32]

Ainsi que nous l'avons déjà dit, les grès salifères sont sensiblement horizontaux, ils ne paraissent pas avoir été intéressés par les plissements qui ont affecté les terrains triasiques dans certaines parties du Laos.

Ces sédiments qui atteignent une épaisseur de plusieurs centaines de mètres, sont cependant des dépôts lagunaires. Il semble donc que le fond de la lagune dans laquelle ils sont déposés, se soit abaissé lentement et régulièrement, pour permettre la formation d'un dépôt toujours identique sur une si grande épaisseur.

TERTIAIRE ET QUATERNAIRE

Tertiaire.

Le tertiaire comprend quelques dépôts d'origine lacustre qui s'échelonnent sur le Song Ca ou se groupent dans une sorte de bassin d'effondrement sur la rive gauche du Ngan Sau.

Nous verrons plus tard que ces petits dépôts qui s'alignent aujourd'hui suivant deux directions, nord 60° ouest, sur le Song Ca, et nord 45° ouest, sur le Ngan Sau, jalonnent une même zone de plissements hercyniens, qui s'est cassée et qui n'a cessé de travailler aux différentes époques qui se sont succédé depuis.

Nous allons dire quelques mots de ces deux groupes de dépôts tertiaires en commençant par le groupe du Song Ca.

a) *Tertiaire du Song Ca.*

Le tertiaire du Song Ca a été signalé par M. Jacob qui y a recueilli, dans un affleurement de lignite, en aval de Cua Rao, une empreinte de *Ficus Beauverieï* Zeiller, ce qui permet d'attribuer ces dépôts au miopliocène, comme tous ceux qui sont connus actuellement en Indochine.

Ce sont essentiellement des poudingues à ciment schisto-gréseux et à galets de toutes dimensions, à peine roulés et même souvent anguleux, qui font penser à des apports torrentiels dans de très petits bassins. Actuellement encore, les torrents de la rive droite du Song Ca, dont les confluents ne sont séparés du faîte annamitique que par des distances qui varient de 13 à 15 kilomètres pour des différences de niveaux de 1600 à 2500 mètres, charrient des matériaux semblables. En quelques points, comme aux environs de Cua Rao, par exemple, ce tertiaire contient des parties moins grossières et même de véritables grès, à l'état de lentilles ou de bancs, ainsi que des lits de lignite.

Ces dépôts sont le plus souvent horizontaux et pas écrasés, mais dans quelques cas, surtout aux environs de Cua Rao, nous y avons observé en même temps qu'un certain degré d'écrasement, des pendages très inclinés et de directions variables, les plus fréquents se faisant au nord-est et au sud-ouest.

Le miopliocène du Song Ca est connu actuellement en quatre points.

Le plus méridional, celui de Khe Thay, n'a guère que 2 kilomètres de long sur 6 à 800 mètres de large. Nous n'y avons vu que des poudingues peu dérangés de l'horizontalité.

En amont, vient l'important affleurement de Khe Bo qui a une vingtaine de kilomètres de longueur ; nous n'y avons observé que des poudingues, qui constituent en un point un bel entablement, mais nous avons appris que des lignites y avaient été signalés.

Au nord-ouest, le lambeau de Cua Rao présente les mêmes dimensions que celui de Khe Bo ; il comprend, avec des poudingues, des grès à lignites ; ses couches sont souvent inclinées jusqu'à la verticale.

Le dernier affleurement de tertiaire est constitué par un tout petit îlot de poudingues qui se voit dans le Nam Mo à 8 km. 500 en aval de Muong Sen.

b) Tertiaire du Ngan Sau.

L'âge exact de ces dépôts nous est inconnu, aucun débris d'organisme n'y ayant été recueilli.

Ce sont des argiles à lignite, disposées au fond de très petits bassins creusés au milieu des grès schisteux de l'anthracolithique.

L'extension totale de ces bassins à lignite est inconnue ; d'après les renseignements que nous avons pu réunir, ils occuperaient une large bande dirigée nord-ouest, entre la Chaîne annamitique et le Ngan Sau, depuis Phuc Trach, au sud, jusqu'au Ngan Pho, au nord. Dans cette région, ils se tiendraient dans les parties les plus basses, souvent marécageuses.

Des recherches de lignite effectuées au sud de la gare de Thanh Luyen m'ont permis de voir une coupe partielle de l'un de ces bassins ; enfin, j'ai obtenu d'autres renseignements par l'examen de la tranchée de la route d'accès à la maison forestière de Chu Le.

La coupe d'ensemble relevée ainsi, peut se résumer comme suit.

Le fond d'un bassin paraît être occupé par des argiles d'un gris bleuâtre, supportant plusieurs couches de lignites de puissance variable, la plus basse, dans le gisement au sud de Thanh Luyen, dépasse un peu 2 mètres d'épaisseur. Les couches venant au-dessus se trouvent dans une argile jaunâtre, ferrugineuse, recouverte par la terre, végétale. L'épaisseur totale du bassin, variable de la périphérie au centre, ne paraît pas dépasser 6 à 7 mètres en ce point. Toutes ces couches sont horizontales, c'est à peine si elles sont dérangées par quelques cassures dont les rejets n'atteignent pas o ^{m}, 20.

Dans la colline qui supporte la maison forestière de Chu Le, les argiles jaunes sont surmontées par 2 ou 3 mètres de graviers qui paraissent avoir raviné la surface du dépôt de lignite. Ces graviers seraient anciens, probablement pliocènes, car ils supportent une masse importante de dépôts éluviaux latéritiformes, constitués par des morceaux anguleux de grès et de schistes de toutes dimensions, imprégnés et cimentés par du fer. Ce dernier s'y est en outre déposé, à plusieurs niveaux, sous la forme d'une croûte compacte de quelques centimètres d'épaisseur.

Quaternaire

Les seuls dépôts de cet âge sont des sables et faluns d'origine marine, des graviers et des limons fluviatiles, des dépôts latéritiformes et des terres provenant de la décomposition sur place de roches riches en fer. Nous allons voir rapidement ces différentes formations dans l'ordre qui précède.

a) *Sables et faluns d'origine marine.*

Ces sables et faluns représentent soit d'anciennes plages marines, soit des restes érodés de ces plages. Ils se rencontrent, avec beaucoup de constance, sur le littoral et même jusqu'à une certaine distance à l'intérieur.

Actuellement, ils sont l'objet d'une destruction intense de la part de l'érosion régressive.

Ces dépôts qui sont souvent constitués par des accumulations de coquilles, sont étagés jusqu'à la cote 12 que l'on peut considérer comme leur niveau supérieur ; en certains points, ils peuvent se relier à des dépôts d'origine fluviale; dans ce cas ils correspondent à une cote plus basse, voisine de 5 à 6 mètres.

Ces terrains disposés en terrasses ont été visités et décrits dans tous leurs détails par M. Chassigneux [11], nous n'y reviendrons donc pas. Nous résumerons seulement ici les résultats des observations de cet auteur et les nôtres.

Dans le Quang Binh, à 5 kilomètres à l'ouest de Dong Hoi, le sol des rizières et quelques buttes qui ne dépassent pas un mètre au-dessus de la mer, sont constitués par des accumalations de *Placunea placenta* Linné.

Sur la route de Hatinh à Phuc Trach, à une vingtaine de kilomètres du littoral, se voit, près de Vinh Luu, un lambeau de terrasse marine, remarquablement horizontal, qui a sa surface à la cote 12. Ce sont des sables fins, jaunes, contenant un petit lamellibranche encore indéterminé ; des intercalations avec débris de charbon s'y voient en quelques points.

C'est d'un point voisin de cette terrasse que M. Chassigneux cite les coquilles suivantes :

Placunea placenta Linné
Arca (Anadara) granosa Linné

recueillies dans une petite plaine surélevée de 8m.

A l'ouest de la route de Vinh à Hatinh, après le pont sur le Song Gia, à 7 kilomètres de Hatinh, se voient au milieu des rizières, à une cote qui paraît voisine de 5 mètres, des sables identiques à ceux de Vinh Luu avec parties noirâtres.

Au nord de Vinh près de Cua Lo, le village de Hai Thanh à 1 km500 de la mer, est adossé à une colline de 6 à 8 mètres de hauteur, entièrement constitué par des coquilles de :

Placunea placenta Linné
Turritella baccilum Kiener

Des témoins de cette formation se voient plus à l'ouest jusqu'à 5 kilomètres du rivage.

Le plus important de ces lambeaux de terrain marin se trouve dans la région de Phu Dien ; il a, d'après M. Chassigneux, une douzaine de kilomètres de longueur, sa distance du rivage est de 1600 à 1700 mètres et sa cote 3 à 4m.

Ces dépôts particulièrement riches en coquilles ont fourni les espèces suivantes :

Tapes textrix Chemnitz
* *Dosinia Brugnierei* Gray
* *Parallelipipedum semitortum* Lamarck
* *Cardium asiaticum* Spengler
Pecten (Chlamys) cranicostatus Ruve
Pleurotoma oxytropia Ruve
* *Turritella baccilum* Kiener
* *Arca sabinae* Morlet
Arca (Scapharca) Penangensis Jousseaume.

Toutes ces espèces vivent encore aujourd'hui, mais les coquilles marquées d'un astérisque se retrouvent seules sur la plage actuelle.

Les dépôts les plus septentrionaux qui ont été signalés se trouvent près de Phu My et de la station de Cau Giat, ce sont des amas coquilliers dont la hauteur varie de 1 à 8 mètres. Ils ont fourni :

Placunea placenta Linné
Ostrea cucullata Born.

Tous ces faits prouvent surabondamment qu'à une époque peu éloignée, cette partie de l'Annam s'est trouvée sous la mer. Une première fois jusqu'à la cote 12 ou 13, puis plus tard jusqu'à la cote 5 ou 6 ; le pays de rizières qu'il constitue aujourd'hui et qui forme la plus grande partie de la région habitée par les populations annamites, n'existait donc pas, pas plus d'ailleurs que les Annamites eux-mêmes, dont l'immigration se place beaucoup plus tard. Les découvertes de Minh Cam, étudiées par M. Patte, montrent que les premiers habitants de cette région, postérieurement à l'abandon par la mer de la terrasse de 5 à 6 mètres, étaient des *Négrito* [55].

b) Graviers et limons fluviatiles.

Nous n'avons pas eu souvent l'occasion d'observer des dépôts de ce genre, bien qu'ils ne soient pas très rares, mais simplement parce que leur recherche nous aurait pris un temps dont nous ne pouvions disposer.

En Annam. — Dans la vallée du Rao Nay et dans certaines vallées côtières nous avons relevé l'existence de lambeaux de terrasses fluviales à 4 ou 5 mètres d'altitude relative, qui se raccordent avec les terrasses marines de 5-6 mètres.

Dans la vallée du Song Ca, les environs de Tri Le et de Bach Son, sont parsemés de lignes de collines basses couronnées de graviers qui représentent un ancien lit de fleuve à 30 m. environ au-dessus du lit actuel.

Dans le pays Muong de Nghe An, des coulées de basaltes descendent jusqu'au fond de la vallée actuelle du Song Con, mais la plupart sont disposées au-dessus, à une altitude relative moyenne de 40 mètres.

Au Laos. — Dans la vallée du Mékong, les terrasses basses paraissent recouvertes par les alluvions actuelles qui sont des limons de remblaiement dont l'épaisseur dépasse souvent 10 mètres.

Au-dessus, on observe des traces de graviers ou de limons aux cotes suivantes : 15 à 18 m, 30 m. environ et 60 mètres.

Il est possible que certains de ces niveaux, faciles à repérer au sud de Thakhek, datent du pliocène.

Dans la vallée de la Sé Bang Fay, au nord de Ban Hay, des lits de graviers se voient à 60 m. environ au-dessus de la plaine d'alluvions actuelles.

c) Dépôts latéritiformes et terres provenant de la décomposition sur place de roches riches en fer.

Nous comprenons dans ce paragraphe des dépôts, plus ou moins anciens, caractérisés par leur richesse en produits ferrugineux. Ces produits peuvent s'être formés sur place ou avoir subi un certain transport; dans quelques cas, ils comprennent en même temps des matériaux formés sur place et d'autres qui ont été transportés.

Nous diviserons ces dépôts en deux catégories :

1°) les dépôts latéritiformes.

2°) les terres rouges d'origine éluviale.

1°) *dépôts latéritiformes.* — Ces dépôts qui peuvent avoir une grande ancienneté continuent encore à se former aujourd'hui. Ce sont avant tout des produits de lixiviation. Ils se trouvent dans les plaines généralement humides et comprennent, avec des matériaux qui se décomposent sur place, des fragments de roches transportés ; le tout, dépôt inférieur d'origine éluviale et dépôt de surface d'origine détritique, est enrobé dans une couche de fer, le plus souvent concrétionné, qui donne à cette sorte de croûte superficielle un aspect vacuolaire et spongieux.

En certains points ces latérites se sont formées aux dépens d'alluvions anciennes, elles peuvent alors englober des cailloux roulés ou provenir de l'altération d'un sable quartzeux très fin. Elles sont constituées soit par des concrétions isolées, plus ou moins sphériques, soit par un agglomérat de ces concrétions, dont les vides, remplis par un peu d'argile grise avec des grains de quartz, sont le plus souvent occupés par les racines des végétaux qui croissent au-dessus. Dans la région de Thakhek et de Savannakhet où M. Lacroix a eu l'occasion de les observer récemment avec nous, elles sont recouvertes par quelques décimètres d'alluvions récentes. Pour ce savant auteur, ces latérites sont comparables à certaines latérites d'alluvion de l'Amérique du sud et de la Guinée.

Ces dépôts sont très répandus, il ne saurait donc être question de parler de leur aire de répartition ; ils paraissent avoir comme dérivée la terre rouge et argileuse de rizière.

2°) *Terres rouges d'origine éluviale.* — Ce sont des dépôts essentiellement formés sur place, par la décomposition du basalte. Dans la région de Phu Qui, où les basaltes ont primitivement recouvert des étendues très importantes, cette décomposition a été poussée à un point tel, que, sur plusieurs mètres d'épaisseur, il n'est pas possible de trouver autre chose que des terres brunes en surface, plus rouges en profondeur, au milieu desquelles il est souvent difficile de recueillir un fragment de roche qui dénote leur origine.

Ces terres sont recherchées au Nghe An pour la culture du café.

CHAPITRE III

LES ROCHES CRISTALLINES

Ce chapitre traite de la répartition géographique des roches cristallines et de leur âge probable.

Nous l'avons divisé en deux parties correspondant à la manière dont ces roches se présentent sur le terrain.

Nous comprenons de cette façon :

1° — des roches de massif et des roches d'intrusion.

2° — des roches d'épanchement.

Dans chacune de ces parties nous avons établi un certain nombre de divisions basées sur la nature et l'âge des roches.

1°) ROCHES DE MASSIF ET ROCHES D'INSTRUSION

Nous avons divisé ces roches en 3 groupes :

A — Granites, granodiorites et diorites.

B — Microgranites et microdiorites.

C — Gabbros, ophites.....

A. — **Granites, granodiorites et diorites.**

Ces roches constituent les affleurements les plus étendus de roches cristallines. D'après leur âge, nous considérerons séparément des granites anté-siluriens et des granites et diorites anthracolithiques.

a) *Granites anté-siluriens.*

Ce sont les granites les plus acides ; par écrasement ils passent à des gneiss. Ils entrent dans la constitution de la nappe hercynienne, dont nous avons parlé au commencement du chapitre II de cette 3e partie (Cambrien et Précambrien, page 74).

b) Granites et diorites anthracolithiques.

Ces roches affleurent, généralement, dans les parties axiales des trois systèmes anticlinaux qui sont du sud-ouest au nord-est.

1° — le Bourrelet anticlinal du Nam Hin Boun.

2° — la Cordillère annamitique.

3° — l'Aire anticlinale du Phou Huat.

Dans tous les cas, leurs caractéristiques sont sensiblement les mêmes et peuvent se résumer comme suit.

Au point de vue pétrographique, ces granites sont souvent monzonitiques ; en bordure, ils passent quelquefois à des diorites et, à leur contact avec les terrains sédimentaires, on trouve une épaisseur variable de microgranite avec ou sans liseré métamorphique ; dans aucun cas, nous n'avons observé d'auréole métamorphique importante. Ces granites ont donc bien les caractères des granites intrusifs tels que les comprennent M. Lacroix [34, t. III, p. 152] et M. Léon Bertrand [3, page 89].

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

1°) Bourrelet anticlinal du Nam Hin Boun.

Dans la limite des régions que nous avons parcourues, le granite de cet anticlinal ne constitue qu'un petit affleurement, dans la vallée du Nam Pha Tène, où sont exploitées des mines d'étain.

En ce point, le granite, associé à des diorites, a percé le dinantien et les grès moscoviens, en les métamorphisant ; le résultat de ce métamorphisme est une pyroxénite et des quartzites à minéraux : biotite, sillimanite et zircon. L'ouralien qui se trouve au contact du granite n'est pas modifié. Ce granite est donc anté-ouralien ; il ne peut être que moscovien.

C'est là le renseignement le plus précis que nous possédions pour dater les granites anthracolithiques.

Au nord-ouest, sur le Nam Sane, le passage des granites de l'anticlinal est indiqué par un affleurement de microgranite, plissé au milieu du trias et, par la présence, dans les poudingues de cet âge, de gros galets peu roulés de granite et de diorite.

2°) Cordillère annamitique.

Rappelons que nous désignons ainsi la zone anticlinale hercynienne, comprise entre le synclinal du Nam Ka Dinh, au sud-ouest, et la vallée du Song Ca, au nord-est. Cette région comprend vers l'ouest et le sud une partie frontale désignée encore

sous le nom de géanticlinal du Phou Sao, qui contient les masses granitiques les plus importantes, et une partie orientale, le géanticlinal du Phou Lai Leng, dans laquelle les affleurements granitiques sont plus nombreux et aussi beaucoup plus petits.

Le géanticlinal du Phou Sao comprend 3 massifs granitiques principaux : le massif de Dong Hoi, le groupe d'affleurements qui percent la nappe hercynienne dans la région de Napé-Meu Gia et le massif du Phou Sao.

Le massif de Dong Hoi s'observe assez mal ; détruit par l'érosion dans la plaine du Quang Binh, il dresse sa masse à 1139 m. dans la région impraticable du Ba Gen E, au sud de Lang Bong Lai. Vers le nord, il s'enfonce sous les grès du dévonien supérieur, dont le sépare une auréole de micaschistes. Au sud, les calcaires ouralo-permiens, ou les grès du trias, paraissent transgresser au-dessus. Au sud-est, nous n'avons pu observer son contact avec le dévonien sous lequel il disparaît.

Le groupe des affleurements qui perçent la nappe hercynienne, comprend d'abord trois masses principales qui n'intéressent que la nappe ; ce sont : le massif de Napé qui perce au travers de la partie cristalline de la nappe, son contact avec celle-ci se fait par l'intermédiaire de micaschistes œillés à biotite ; l'amygdaloïde de Kim Cuong qui constitue une sorte d'écaille massive à la limite de la nappe cristalline et de la nappe siluro-dévonienne, son contact avec les schistes siluriens se fait par l'intermédiaire d'une très faible zone de cornéenne ; enfin la série des écailles plus ou moins écrasées du Nui Ba Mu, que des mouvements postérieurs à la montée du granite ont dérangé de leur position primitive, aussi sont-elles le plus souvent au contact de leur enveloppe sédimentaire par l'intermédiaire de filons-lits de quartz, dont l'épaisseur dépasse quelquefois 50 m.

En dehors de ces trois affleurements principaux, qui ne se trouvent en contact qu'avec des éléments de nappe, nous connaissons deux autres affleurements. Le plus oriental perce la série autochtone et la nappe, l'ensemble est recouvert par du trias transgressif. Le second qui recoupe transversalement les vallées supérieures du Nam Theun et de plusieurs de ses affluents de droite, perce la partie cristalline de la nappe et supporte le trias qui transgresse à la fois sur lui et sur la nappe. Nous renvoyons le ecteur à ce sujet aux coupes N^{os} 2,3 et 17 données dans la stratigraphie du cambrien et du précambrien et dans celle du trias.

Nous ne pouvons citer toutes les intrusions granitiques qui perçent la nappe ; nous mentionnerons seulement les principaux de ces petits îlots. Nous pouvons signaler ainsi :

En Annam, une lame de granite écrasé dans la vallée moyenne du Ngan Pho et un affleurement près du village de Vu Quang.

Au Laos, un filon épais de granite à mica blanc sur la rivière de Ban Na Thon, en amont du village.

Le massif du Phou Sao constitue l'affleurement granitique le plus important que nous ayons exploré. Cet amygdaloïde cristallin n'a pas moins de 130 kilomètres de longueur sur une largeur qui va de 13 kilomètres au sud, dans le Phou Lep, à plus de 35 kil. dans la haute vallée du Nam Sane ; son revêtement est constitué, au nord, par les schistes violets du Tran Ninh qui sont séparés du granite par une lame d'ophite

écrasée ; au sud-ouest, par l'anthracolithique gréso-schisteux et calcaire ; au sud-est et à l'est, par les calcaires ouralo-permiens et le trias à faciès bas-laotien ; enfin au nord-est, par les calcaires du dévonien supposé du Nam Mo. Tous ces terrains, sauf ceux de l'ouralo-permien et du trias de sa bordure orientale, sont très plissés.

La position du Phou Sao, entre deux régions plissées après le trias, explique les décollements de son enveloppe sédimentaire, qui a glissé à sa surface, et, comme conséquence, l'absence de métamorphisme. C'est à peine si nous en avons relevé quelques traces au sud-est de Xieng Khouang et au sud de Tha Thom, où affleurent, au contact des granites, quelques couches de schistes à biotite, de cornes feldspathiques et de cornes micacées avec pyrite de fer, et encore dans la vallée du Nam Mo, où les calcaires supposés dévoniens sont souvent complètement recristallisés.

Les granites du géanticlinal du Phou Sao sont percés par des intrusions de roches microgrenues acides et de roches basiques. Il sera question de ces intrusions un peu plus loin.

L'âge de la mise en place des granites est assez bien déterminé dans cet anticlinal quoique avec un certain balancement, en effet :

Ces granites, qui percent la nappe hercynienne, sont postérieurs à sa mise en place, ils sont en outre plus anciens que l'ouralien dont les calcaires ne sont pas métamorphisés, ils ne peuvent donc être que dinantiens ou moscoviens. De plus, nous avons vu que l'anthracolithique gréso-schisteux d'Annam comprenait à sa partie supérieure des grès feldspathiques, dont les feldspaths paraissaient provenir de la destruction de massifs granitiques récemment mis en place. En admettant cette suggestion, ces granites se placeraient assez haut dans la série carbonifère, probablement au moscovien, comme ceux de l'anticlinal du Nam Hin Boun.

Le géanticlinal du Phou Lai Leng, plus digité que celui du Phou Sao, comprend des affleurements de granite répartis suivant plusieurs lignes, toutes issues de la masse principale du Phou Lai Leng proprement dit. Nous avons pu distinguer aussi deux alignements principaux :

Au sud-ouest, l'anticlinal digité de la Porte d'Annam ;

Au nord-est, l'anticlinal de Con Cuong.

L'anticlinal de la Porte d'Annam qui provient du massif du Cao Véou, comprend trois digitations correspondant à 3 affleurements ou plus exactement à trois séries d'affleurements granitiques ; ce sont du sud au nord :

1°. — la digitation du Rao Nay ;

2°. — les petits massifs de la Porte d'Annam ;

3°. — le massif du Cap Dan.

L'anticlinal de Con Cuong ne comporte que les deux affleurements de granite suivants :

1°. — à l'est le massif de Benthuy ;

2°. — à l'ouest le noyau mal exploré du massif paléozoïque de Khe Chay.

Il est inutile d'entrer dans de fastidieux détails sur la situation géographique de tous les affleurements granitiques de ce géanticlinal, un simple coup d'œil jeté sur notre esquisse structurale à l'échelle du 1 : 1.000.000e, suffira pour faire connaître, avec la position géographique de chaque affleurement, ses conditions de gisement.

Nous limiterons donc notre exposé aux observations capables de nous donner quelques renseignements sur l'époque de la mise en place de ces granites.

Dans tout le géanticlinal du Phou Lai Leng, les granites qui percent, au moins partiellement la série gréso-schisteuse de l'anthracolithique, sont percés à leur tour par des microgranites et des rhyolites. Ils sont donc postérieurs ou contemporains de l'anthracolithique et sûrement antérieurs aux rhyolites.

Peut-on préciser davantage ? Etudions quelques contacts.

Dans le massif de Benthuy, aux abords du col qui fait communiquer le cirque de Tam Xuan Thuong avec Thuong Thon, village situé au sud-est de Benthuy, on peut voir au-dessus du granite une série laminée qui comprend, près du contact, des schistes à biotite, puis des schistes gréseux noirs et enfin des grès schisteux riches en débris de feldspaths détritiques, avec séricite et muscovite secondaires. Le granite a donc métamorphisé les couches inférieures aux grès feldspathiques, sans produire aucune action sur ceux-ci, il leur est donc bien antérieur.

Dans la Chaîne annamitique, sur la piste qui conduit de Ban Cha Lap, sur le Song Ca, dans la haute vallée du Nam Tiouen au Laos, nous trouvons un second fait à rapprocher de celui-ci.

Le contact du granite se voit sur la crête frontière même, à près de 1700 mètres d'altitude. La coupe que l'on observe près de ce contact est la suivante, du sud au nord, à partir du granite : Quartzites de contact avec grenats, visibles sur quelques mètres seulement et plongeant au nord-est avec 70° d'inclinaison sous des schistes gréseux et sériciteux, dont l'épaisseur ne paraît pas dépasser 30 mètres ; grès sériciteux avec feldspaths détritiques, épais d'une centaine de mètres (ces couches sont les plus élevées qui se voient dans cette région).

Cette observation vient bien à l'appui de la précédente ; dans les deux cas les granites ont bien métamorphisé la base du complexe gréso-schisteux de l'anthracolithique, sans toucher aux grès feldspathiques de sa partie supérieure.

On nous objectera peut-être que cet argument démontre seulement que les granites sont postérieurs à la base de la série gréso-schisteuse de l'anthracolithique, mais qu'il ne prouve pas nécessairement qu'ils soient antérieurs aux grès feldspathiques.

Nous répéterons, cependant, qu'il est logique de relier l'origine des grès feldspathiques à la mise en place, puis à la destruction de roches cristallines et que parmi celles-ci, il faut, en tenant compte de leur structure, donner la priorité aux granites et non aux rhyolites et aux microgranites. Enfin, et cet argument à une importance majeure, l'étude de la répartition des grès feldspathiques montre qu'ils sont plus développés dans la région plus granitique de la Chaîne annamitique que dans celle, surtout microgranitique et rhyolithique, de la porte d'Annam, où ils sont même à peu près absents ; d'ailleurs, ces grès ne peuvent être contemporains des rhyolites, puisque nous avons vu que ces roches se trouvent à l'état de filonnets dans toute la série gréso-schisteuse de l'anthracolithique et qu'elles la recouvrent toujours de leurs coulées.

Pour conclure nous dirons donc que les granites qui sont postérieurs à la base de la série gréso-schisteuse anthracolithique, se placent logiquement immédiatement au-dessus de cet horizon. Ils pourraient donc appartenir au moscovien, tout comme les granites du Nam Pha Tène qui, comme eux, sont intrusifs et proviennent d'un magma de même composition.

3°) *Aire anticlinale du Phou Huat.*

Nous avons désigné ainsi l'important massif de granite et de schistes cristallins, reconnu par M. M. Jacob et Dussault, et dont la terminaison se fait périclinalement, au sud-est, dans la boucle du Song Con, au nord des régions que nous avons explorées.

Dans cette étroite limite, cette aire anticlinale montre surtout du paléozoïque et des schistes cristallins. Les granites qui paraissent postérieurs à ces schistes, puisqu'ils les ont injectés, affleurent en de rares points et sur de très faibles étendues.

Parmi les affleurements que nous connaissons, le plus important ne dépasse pas beaucoup 150 hectares, il est situé dans le bas-fond du village Muong de Ke So, où il se trouve au contact de calcaires cipolins. Ce sont des granites à biotite, porphyroïdes ou à grain fin ; ils ne sont pas écrasés.

Un second affleurement se trouve au nord du confluent du Song Con et du Song Ca ; nous n'avons pu le voir en place. D'après nos observations et les galets recueillis dans le Khe Trinh il se trouverait à l'angle de rebroussement des schistes cristallins situés au nord du confluent du Song Con et du Song Ca. Ce sont des granites à deux micas avec microgranites de bordure à micropegmatite ; ils paraissent être en contact, vers l'aval, avec des micaschistes à biotite, tandis qu'en amont l'anthracolithique gréso-schisteux les recouvrirait. Un peu de métamorphisme s'observe dans les schistes de cette série soit dans le Khe Trinh, soit au nord-ouest sur le chemin de B. Suy Van à B. Pieng Phai.

Un affleurement de granite à mica blanc s'observe à la base du chevauchement du Nui Bo Bo, au sud-est du village de Phuc Coc et au point de rebroussement des lignes directrices.

Là, le granite, qui s'appuie sur les grès ou le terrain rouge du trias, supporte des schistes très siliceux (voisins des lydiennes) et des quartzites à grain fin, ferrugineux, probablement dévoniens.

Ces granites, qui, nous l'avons vu, métamorphisent les schistes de base du complexe anthracolithique, peuvent être considérés comme contemporains de ceux du Phou Lai Leng.

Résumé

Nous avons donc reconnu des granites de deux âges.

1°. — des granites très anciens, très acides, souvent transformés par dynamisme, et possédant une auréole métamorphique complète.

2°. — des granites anthracolithiques dont la composition va des granites normaux aux granites monzonitiques, aux granodiorites et aux diorites.

Ces granites, caractérisés par une enveloppe de microgranites ou par une auréole métamorphique de contact très étroite, sont intrusifs.

Nous n'avons pas parlé des injections de roches diverses à travers les massifs granitiques, dont les principales sont constituées par des pegmatites à tourmaline et, les plus rares, par des tourmalinites. Ces roches nous paraissent être de plusieurs âges : il en existe d'anthracolithiques et aussi de triasiques, peut-être de plus récentes.

B. — Microgranites et microdiorites.

Toutes les roches dont il est question ici, forment des filons ou de petites masses intrusives. Elles sont toutes plus récentes que les granites puisqu'elles les recoupent.

Nous distinguons dans ces roches : des microgranites, des microdiorites et des micropegmatites, mais il y a tous les passages de l'un de ces types de roches à chacun des autres.

L'intrusion de microgranite la plus étendue constitue la hernie cristalline la plus importante qui perce l'anticlinal étiré et déjeté du Nui Bo Bo, dans le Nghe An. Ce sont des microgranites à grands éléments et à mica noir avec micropegmatite très abondante. Ces roches paraissent se mettre en relation à la fois avec les véritables granites et avec des roches de coulée.

En dehors de ce gisement les microgranites constituent des filons de faible épaisseur, ils contiennent généralement un peu de micropegmatite et des quartz corrodés.

Ces filons qui recoupent le granite et l'anthracolithique gréso-schisteux, sont toujours antérieurs au trias, puisqu'ils entrent dans la constitution de ses poudingues.

Nous avons déjà signalé, à propos du granite, l'affleurement le plus occidental de microgranite ; nous voulons parler de celui du Nam Sane.

Nous connaissons d'autres affleurements :

1°. — dans les granites de la vallée du Nam Pha Tène, des massifs du Phou Sao, de Napé, du Phou Lai Leng, de Benthuy et du Cap Dan.

2°. — dans les grès schisteux anthracolithiques, de chaque côté de la masse du Phou Lai Leng ; au Laos, dans la vallée du N. Tiouen ; en Annam, dans celles du Nam Khien et du Nam Cha Lap.

Nous ne pouvons mentionner qu'un seul affleurement important de micropegmatite, c'est celui qui, dans le massif granitique du Cap Dan, forme l'éperon sur lequel est édifiée la pagode de Dan Xuyen.

Les microdiorites contiennent rarement de la micropegmatite, assez souvent elles se chargent en quartz et passent à des estérellites.

Leurs affleurements ne nous sont encore connus que d'un petit nombre de points dans le granite ou la diorite, où ils forment soit de petits filons, comme dans le massif de Napé et dans celui du Phou Sao, près de Xieng Khouang, soit des

intrusions plus importantes, comme dans la vallée du Nam Pha Tène ; dans ce cas, ce sont des microdiorites quartzifères.

Un autre gisement de microdiorite quartzifère affleure au milieu des alluvions du Nam Hin Boun, près du village de Ban Ta Na.

L'âge de ces roches est difficile à préciser. Une observation, cependant, va peut-être nous permettre d'approcher la limite inférieure.

Dans la vallée du Nam Pha Tène, les microdiorites quartzifères affleurent à peu de distance d'un petit rocher de calcaires ouralo-permiens dont le pied est enrobé dans les alluvions récentes au sud de Ban Nong Lao. Il est donc difficile de dire si la base de ces calcaires se trouve ou non au contact de la roche éruptive ; cependant, l'examen de la face orientale de ce rocher, nous a montré qu'elle était constituée à sa base par des calcaires noirs avec parties blanches saccharoïdes, partiellement recristallisées et contenant, en outre, des traces de fossiles que la recristallisation a rendu nébuleux et méconnaissables. N'y aurait-il donc pas lieu de voir dans cette recristallisation du calcaire du rocher de Ban Nong Lao, une manifestation du métamorphisme de contact de la roche éruptive, c'est-à-dire de la microdiorite. Dans ce cas, cette roche serait post-ouralienne, vraisemblablement permienne, ou plus récente encore.

C. — Gabbros, ophites. . . .

Ces roches sont peu abondantes, elles comprennent des gabbros, passant parfois à des norites, et pouvant contenir un peu de quartz ou de micropegmatite ; des ophites, dont certaines sont quartzifères et micacées et enfin des microgabbros avec ou sans micropegmatite.

Dans certains cas, ces roches remplissent de simples fentes ou des cassures plus m portantes, ouvertes au sein du granite ou à travers les roches sédimentaires ; tels sont : les gabbros et ophites du massif granitique du Phou Sao qui sont disposés suivant des lignes parallèles aux bordures du massif, les microgabbros à structure pœcilitique et à micropegmatite du Cap Dan et les microgabbros qui paraissent remplir d'étroites fissures dans les grès plus ou moins métamorphiques du Nam Pha Tène.

Dans les autres cas, ces roches sont disposées suivant des surfaces de décollement ou de glissement qui intéressent même le trias. Nous citerons, les ophites de la bordure nord du massif du Phou Sao qui séparent les granites des schistes violets du Tran Ninh ; les ophites qui, à l'ouest de Ban Van Hom, un peu au sud-ouest des granites du Phou Sao, sont disposées en filon couche entre l'anthracolithique et le trias ; les gabbros et les ophites qui font partie de la bordure nord du massif granitique de Benthuy et, avec plus de doute, le petit affleurement de gabbro qui, près de Ban King, à l'ouest du pays Kha de Muong Bam, se place à la limite des granites et des schistes cristallins de la nappe hercynienne où, dans ce cas, il cicatriserait une surface de décollement post-paléozoïque.

Ces roches qui se font remarquer souvent par la fraîcheur de leurs éléments comprennent quelquefois dans les mêmes gisements des parties intactes et d'autres qui sont écrasées et même laminées ; leur venue, qui est certainement postriasique, puisqu'elle intéresse des surfaces de décollement en relation avec le trias, se place peut-être à l'époque des mouvements secondaires.

Nous rattacherons encore à ces roches, un filon d'une roche très ferrugineuse et très altérée, paraissant constituée uniquement par du péridot, qui affleure dans les environs de B. Chang, village muong du Nghe An.

2o — ROCHES D'ÉPANCHEMENT

Nous avons divisé ces roches en trois groupes :

A. — Roches de la famille des rhyolites.

B. — Dacites et andésites.

C. — Basaltes.

A. — Roches de la famille des rhyolites.

Les roches de cette famille, connues dans cette partie de l'Indochine, sont des microgranites et des rhyolites à quartz globulaire. Les microgranites font quelquefois le passage aux roches filoniennes et leur structure est assez variable, leur pâte est constituée le plus souvent par des petits grains de fedspath et de quartz d'égales dimensions, plus rarement par un enchevêtrement irrégulier de ces minéraux. Quant aux rhyolites, les plus fréquentes ont un fond pétrosiliceux, les autres sont vitreuses ou possèdent plus rarement la structure fluidale. On observe le passage des rhyolites aux microgranites.

L'aire d'extension de ces roches coïncide sensiblement avec celle des grès schisteux de l'anthracolithique ; de même qu'elles sont inconnues dans la partie externe de la Cordillère annamitique (géanticlinal du Phou Sao) et dans toute la région qui s'étend à l'ouest, au sud-ouest et au sud de cette ride, de même, elles font presque complètement défaut dans l'intérieur du golfe triasique du Nghe An et sur l'aire cristalline et dévonienne du Phou Huat, au moins dans les régions étudiées. On pourrait donc dire d'elles, puisqu'elles disparaissent là où disparaît l'anthracolithique gréso-schisteux et là où apparaît le trias, qu'elles occupent une position intermédiaire entre ces deux formations, autrement dit qu'elles sont antérieures aux poudingues triasiques et postérieures aux grès schisteux de l'anthracolithique.

Pour serrer d'un peu plus près la question de l'âge de ces porphyres quartzifères, étudions leur répartition à la fois dans le sens vertical et dans le sens horizontal.

a) *Limite inférieure.*

Le substratum normal des microgranites et des rhyolites est constitué par les grès schisteux de l'anthracolithique qui, nous l'avons déjà dit, sont injectés par de petits filonnets de rhyolite et de microgranite.

Nous avons vu encore, en faisant l'étude de ces dépôts du paléozoïque que, des deux termes stratigraphiques qui les constituent, l'inférieur seulement était bien représenté au sud du parallèle d'Hatinh, les grès schisteux feldspathiques de la partie supérieure de cet anthracolithique n'étant connus, dans cette région, que sur la rive gauche du Rao Nay.

En outre, si nous comparons les quantités de porphyres pétrosiliceux connues dans les deux régions, nous voyons qu'elles sont en raison inverse des quantités de grès schisteux. Autrement dit : là où la série gréso-schisteuse comprend ses deux termes, les porphyres quartzifères, réduits le plus souvent aux rhyolites, constituent des masses peu importantes, tandis qu'au sud du parallèle de Hatinh, là où la base de l'anthracolithique est seule représentée, les porphyres comprenant à la fois des masses de microgranites et de rhyolites atteignent une puissance considérable.

Il est donc permis de songer à deux venues consécutives de porphyres quartzifères, l'une, comprenant surtout des microgranites, contemporaine des grès feldspathiques de l'anthracolithique ; la seconde, rhyolitique, postérieure à l'anthracolithique gréso-schisteux.

Il est d'ailleurs logique d'admettre qu'après l'ascension du magma granitique, les sédiments marins ont continué à se déposer dans les parties déprimées de la Cordillère, telle que la dépression du Nam Hung, par exemple, déjà esquissée à cette époque, cependant que les parties surélevées, émergées ou presque émergées, étaient recouvertes de coulées de microgranites et de rhyolites.

Dans le même sens, on pourrait peut-être tirer un argument de plus de la discordance qui, au sud-ouest et à l'ouest, notamment dans le pays de Qui Dat, sépare l'ouralien de son substratum viséen, et qui fait penser à des émersions au moins locales au moscovien. Ce serait à une émersion de cette époque que serait dû l'arrêt de la sédimentation marine sur la plus grande partie du massif de la Porte d'Annam ; arrêt coïncidant avec le début des éruptions acides. Nous verrons d'ailleurs un peu plus loin que *ces éruptions s'arrêtent au sud-ouest, dans la vallée du Rao Nay, là où commencent les calcaires ouralo-permiens et que, nulle part dans les régions que nous avons explorées, des calcaires de cette époque se voient avec des rhyolites.*

De toutes façons, on peut donc dire que les éruptions des porphyres acides ont commencé, dans certaines régions à l'anthracolithique moyen, et dans d'autres à une époque un peu plus récente, peut-être au permien.

b) Limite supérieure.

Celle-ci est donnée par les poudingues du trias, qui sont, au moins partiellement, werféniens ; nous savons, en effet, qu'ils sont antérieurs à l'horizon à *Mentzelia Mentzeli* Dunk., qui se place dans le virglorien inférieur.

D'ailleurs cette limite supérieure peut varier dans l'espace, elle est comprise entre le moment où la transgression triasique a débuté et celui où elle s'est arrêtée après avoir atteint son maximum d'extension sur les môles.

C'est ainsi que dans le nord de l'Indochine M. Patte a observé que le trias inférieur se trouvait en continuité de sédimentation avec le permien (1) et que la transgression triasique ne venait qu'au trias moyen, après une période d'éruptions rhyolithiques.

C'est toujours pour la même raison qu'au Yunnan, à peu de distance au sud de Siao Long Tan sur le Pa Ta Ho, nous avons trouvé des ammonites werféniennes, bien caractéristiques, dans une série de calcaires et de schistes disposée au-dessus de plus de 300 mètres de poudingues, reposant eux-mêmes sur des calcaires ouralo-permiens, ce qui place ces poudingues dans le permien où à l'extrême base du trias. On voit donc bien, de ce qui précède, qu'il est impossible de tirer un argument d'observations trop éloignées, tant au sujet de l'âge des rhyolites que de celui des poudingues. Le synchronisation des formations transgressives ne pouvant être faite qu'après que l'on sera fixé sur l'extension et le sens de leur transgression, ainsi que sur ses dates de départ et d'arrivée.

c) *Coupes.*

La position de certaines rhyolites a été déjà donnée lors de l'étude des grès schisteux de l'anthracolithique et des dépôts du trias, nous prions le lecteur de bien vouloir s'y reporter. Nous ne donnerons ici que deux coupes destinées à apporter quelques renseignements sur la position de ces roches dans le massif de la Porte d'Annam.

Coupe passant par Hung Son. — Cette coupe est dirigée au nord-nord-est, depuis la région anthracolithique au sud de Hung Son jusqu'à la cote 720 (Dong Nua) apophyse du dôme granitique de la chaîne du Ba Coc (1044^{m}).

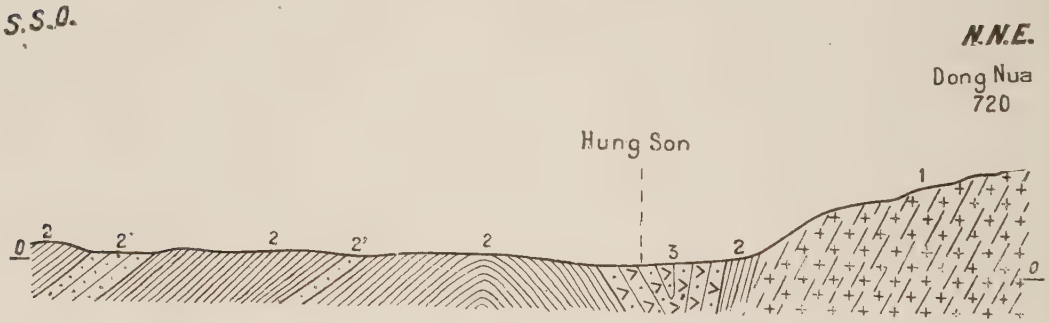


Fig 25. — *Coupe passant par Hung Son.*

Echelle : 1/50.000

Légende : 1. Granite un peu écrasé ; 2. Schistes violets de l'anthracolithique, injectés de quartz, avec grès subordonnés ; 3. Microgranites écrasés et laminés.

(1) Renseignement verbal.

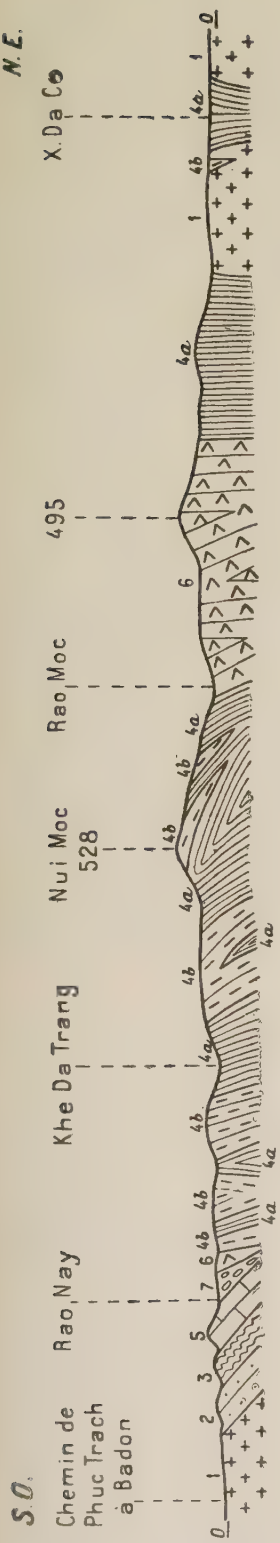


FIG. 26. — *Coupe entre le Rao Nay et Xom Da Co passant par le Nui Moc.*

Echelle : 1/100. 000

Légende : 1. Granite ; 2. Grès dévoniens ; 3. Lydiennes ; 4ª. Schistes, le plus souvent violets avec lydiennes en quelques points ; 4ᵇ. Grès un peu feldspathiques ; 5. Calcaires ouralo-permiens ; 6. Rhyolites ; 7. Poudingues du trias.

Le village de Hung Son s'élève sur une série très laminée ne comprenant que des microgranites. Cette formation qui peut avoir jusqu'à 1.500 mètres de puissance en affleurement, plonge, dans sa partie nord, presque verticalement vers le sud et, dans sa partie sud, de 70° environ vers le nord, affectant une disposition en synclinal aigu pincé au milieu d'une série de schistes violets de l'anthracolithique ; vers le nord, ces schistes peu épais ne tardent pas à venir s'appuyer contre les granites un peu écrasés du Dong Nua, alors qu'au sud, ils se continuent fort loin, en admettant quelques intercalations de grès écrasés et métasomatosés.

Ce sont ces microgranites, le plus souvent très laminés, qui constituent la presque totalité des roches qui affleurent à la traversée de l'éperon de la Porte d'Annam, depuis les premiers rochers au nord, jusqu'aux environs de Ron, sur 12 kilomètres de distance linéaire, le reste étant constitué par quelques bandes laminées de rhyolites.

Coupe entre le Rao Nay et Xom Da Co, passant par le Nui Moc. — Cette coupe est dirigée sud-ouest-nord-est, depuis la digitation granitique du Rao Nay au sud de Xuan Cam jusqu'à Xom Da Co, village situé au point de croisement des chemins desservant Hatinh, Ky Anh, Ron et Minh Cam.

Les renseignements qui ont permis de l'établir ont été recueillis sur un sentier, non figuré sur les cartes, qui suit sensiblement la trace de la coupe.

Au sud-ouest, une petite chaîne de collines basses sépare, du lit du Rao Nay, la plaine granitique et marécageuse suivie par le chemin de Phuc Trach à Badon. Dans cette petite chaîne de collines, on observe la succession suivante au-dessus d'une mince bordure de microgranite : grès jaunes à peine écrasés, lydiennes plissotées, puis calcaires ouralo-permiens gris.

De l'autre côté du Rao Nay, les premières pentes sont constituées par des poudingues triasiques très écrasés, formés en grande partie aux dépens des rhyolites qui viennent immédiatement contre eux. Le pendage qui se faisait au nord-est, avec une pente de 45° environ, sur la rive droite du Rao Nay, est vertical de ce côté ; nous venons donc de traverser un synclinal, dont l'axe est occupé par un petit témoin de trias.

Les rhyolites peu épaisses, très laminées, s'appuient au nord-est sur des grès feldspathiques, qui cèdent bientôt la place aux schistes violets. Ces deux séries : grès feldspathiques et schistes violets, qui constituent l'anthracolithique gréso-schisteux, se suivent jusqu'à la crête du Nui Moc à partir de laquelle les grès diminuent rapidement d'importance, puis cessent complètement.

Durant ce trajet de 6 à 7 kilomètres, les couches très plissées et très laminées, admettant quelques changements de coloration, décrivent une série de plis d'abord verticaux qui, dans le Nui Moc, tendent à se déverser vers le sud-ouest ; en certains points, des lits de lydiennes s'intercalent dans les schistes.

Les pentes inférieures du versant septentrional du Nui Moc sont entièrement constituées par des schistes violets avec parties siliceuses plus claires et d'autres noirâtres.

En arrivant dans la vallée du Rao Moc, on atteint une série écrasée de rhyolites et de microgranites à quartz globulaire qui forment le sommet 495. L'épaisseur de ces roches, en affleurement, est de trois kilomètres. Au nord-est, ces formations s'appuient verticalement sur une nouvelle série, très épaisse, de schistes violets avec lydiennes qui se termine contre des granites écrasés à mica noir ; une bande de quartzites avec pyrite et magnétite sépare les schistes des granites. Près de leur bordure nord, ces derniers sont traversés par un épais filon d'une roche granitoïde de couleur foncée qui est une tourmalinite.

Après ce petit affleurement cristallin, nouveau quartzite de contact, puis réapparition des schistes violets ; c'est ainsi que l'on arrive dans la plaine de Xom Da Co dont la moitié orientale est à nouveau constituée par du granite.

Cette coupe présente un puissant intérêt ; elle nous met en présence d'une double série paléozoïque ;

1° — celle de la rive droite du Rao Nay qui est aussi celle du pays de Qui Dat, avec ses grès dévoniens, ses lydiennes probablement viséennes et ses calcaires appartenant à l'ouralo-permien.

2° — celle de la rive gauche de la même rivière, qui est aussi celle de la plus grande partie du versant oriental de la Chaîne annamitique, avec ses schistes violets à lydiennes intercalées, ses grès feldspathiques et ses rhyolites.

Le synchronisme des schistes violets (datés par la faune de La Khe) et des lydiennes qui, nous le savons, paraissent se mettre en continuité avec les dépôts viséens du Laos, semble certain ; le passage des deux faciès se ferait dans la région au nord-est du Rao Nay où nous avons vu des lydiennes intercalées dans les schistes violets.

Les autres parties de l'anthracolithique des deux rives du Rao Nay, ayant un même substratum d'âge anthracolithique inférieur et une même couverture triasique, paraissent

se synchroniser également ; on aurait ainsi la succession suivante en tenant compte d'un autre renseignement que nous fournit cette coupe, à savoir, que les grès feldspathiques bien développés aux abords du Rao Nay, diminuent brusquement d'épaisseur vers le nord-est, puis disparaissent dans le Nui Moc, alors qu'un peu plus au nord, on note la présence des microgranites, inconnus aux abords de la vallée du Rao Nay.

	RIVE GAUCHE DU RAO NAY	RIVE DROITE DU RAO NAY
Revêtement (trias)	Poudingues	Poudingues
Permien — Ouralien	Rhyolites — Microgranite et grès feldspathiques	Calcaires
Substratum (moscovien (?) et viséen)	Schistes violets avec lydiennes	Lydiennes avec calcaires en certains points

D'autres observations viennent à l'appui d'une partie de ces conclusions : c'est ainsi que l'important affleurement de porphyres quartzifères de la rive gauche du Rao Nay, entre les méridiens de Minh Cam et de Badon, ne comprend que des rhyolites, tandis que dans les massifs situés plus au nord, les microgranites sont abondants, et même constituent la presque totalité des coulées ; ce qui est le cas de la chaîne du Ba Coc.

d) Répartition géographique des microgranites et des rhyolites.

Les affleurements de microgranites éruptifs sont presque entièrement localisés au massif de la Porte d'Annam, au nord du parallèle de Ron, où ils constituent, avec les rhyolites, des masses puissantes. Dans la Porte d'Annam même, ils forment la demi auréole sud-est de la chaîne granitique du Ba Coc ; plus à l'ouest, ils ceinturent les granites du Ru Ba Hoi, formant un important affleurement dans la chaîne qui va du Ru Dong Chua au Cuc Den ; enfin, plus au nord, ils constituent presque entièrement le petit massif du Cap Mui Ron et celui qui est situé au nord-ouest du village de Yen Diem.

Tous les autres affleurements de porphyres quartzifères acides sont réduits aux rhyolites. Nous avons déjà cité ceux des abords immédiats du Rao Nay situés sur la rive gauche de cette rivière.

Un autre affleurement très important dirigé nord-nord-ouest se trouve sur le Ngan Sau, où il constitue, surtout sur sa rive gauche, des sommets relativement élevés ; au sud, il atteint la route de Hatinh à PhucTrach à l'est de Ha Linh ; au nord, il se termine un peu au delà du Ngan Pho.

Au nord du parallèle de Vinh, le plus grand affleurement de rhyolite, se trouve dans le Nui Thung Giang en bordure du synclinal triasique, où il est en relation avec les grès schisteux de l'anthracolithique et avec le trias. Plus au nord de petits affleurements situés aux environs de Van Trinh, Mau Lam et Cho Khoan conduisent auprès de Do Luong.

A partir de ce point les affleurements de rhyolites sont de plus en plus réduits et s'éloignent peu de chaque côté du Song Ca. Une petite écaille se trouve coincée au nord de Ban Houei Tien sur la rive gauche du fleuve, entre l'anthracolithique et les poudingues triasiques. Deux très petites lames pincées dans l'anthracolithique s'observent dans le Khe Nha Na aux abords du sentier de Muong Cham (Laos) à X. Lang Moc (Annam), très près de ce dernier village. Des affleurements de quelque importance se trouvent, en autre, sur la rive droite du Song Ca, dans la vallée à l'ouest du signal géodésique du Phou Lon sud ; ils entrent là dans la constitution d'une série très plissée, dans laquelle les contacts sont le plus souvent anormaux. Enfin nous citerons, les étroits affleurements du Nam Khien et du Nam Mo, en amont de Ban Sop Hang, que nous avons déjà mentionnés en faisant l'étude des grès schisteux de l'anthracolithique.

B. — Dacites et andésites.

Ces roches ne couvrent pas de grandes étendues. Les dacites sont connues seulement en avant du chevauchement du Nui Bo Bo, dans le Nghe An ; leur importance va sensiblement en décroissant du sud-ouest au nord-est, depuis le Nui Ya Theo jusqu'au nord-ouest de Thuong Hoa.

Leurs conditions de gisement, entre le paléozoïque et le trias, où elles constituent un anticlinal presque droit, en bordure de la région des plis du Song Ca, empilés et couchés vers le sud-est, font penser à un épanchement anté-triasique, ayant joué un rôle passif au moment des mouvements secondaires. Nous nous expliquerons mieux à ce sujet en faisant l'étude des plissements de cette région.

A l'œil nu, les dacites sont compactes et verdâtres, comme des quartzites très fins, ou moins homogènes avec de petites taches blanches de feldspath, ce qui les a fait souvent prendre pour des rhyolites ou pour des roches simplement siliceuses. En réalité, elles sont constituées par une pâte plus ou moins fine, dévitrifiée, dans laquelle se voient surtout des phénocristaux de feldspaths (oligoclase et andésine) et un peu de mica, le quartz y est excessivement rare ; les feldspaths souvent corrodés sont aussi transformés quelquefois en épidote.

Les andésites sont encore plus rares que les dacites, mais la répartition de leurs gisements se fait sur une aire plus vaste.

Au Laos, nous avons déjà signalé des tufs andésitiques interstratifiés dans les grès rouges supérieurs. Ces andésites seraient donc probablement rhétiennes.

En Annam, nous connaissons deux types de gisement ; dans le premier l'andésite se trouve dans des cassures, quelquefois au contact des brèches tectoniques, qu'elle paraît avoir traversées dans certains cas; nous citerons ainsi deux petits gisements dans la vallée du Song Ca où, aux environs de Ban Suy Van, les andésites dans un cas

prolongent le contact anormal d'un paquet de calcaires marmorisés et de cipolins, avec l'anthracolithique et, dans l'autre cas, se mettent au contact de brèches entre deux paquets de trias très laminés. Dans un autre gisement, un peu au nord de la région étudiée, à l'ouest de Khoa Truong, des andésites paraissent avoir traversé une brèche d'écrasement qui sépare les dacites de leur recouvrement de calcaires triasiques.

C'est encore à ce type de gisement qu'il faut attribuer les andésites et les brèches éruptives qui ont percé le trias plissé, à 4 kilomètres au nord de Hoang Mai.

Le second type de gisement est constitué par deux étroites bandes qui percent les rhyolites du Nui Thung Giang ; dans l'une de ces bandes, l'andésite est largement cristallisée, probablement par suite d'un refroidissement au sein d'une cassure.

L'âge de ces roches est difficile à préciser comme on le voit, elles sont triasiques ou postriasiques.

C. — Basaltes.

Ces roches sont récentes, les plus anciennes ne sont probablement pas pliocènes ; jusqu'à présent, il n'a pas été possible de les séparer en coulées étagées, bien qu'il apparaisse clairement, en certains points, qu'il doit y en avoir de différents âges.

Les gisements de basaltes se répartissent suivant deux aires. La plus importante est en Annam, dans le pays Muong de Nghe An ; la seconde, qui ne comprend que de petits affleurements, se trouve dans la chaîne annamitique entre Napé et Meu Gia. En Annam, les coulées de basaltes s'alignent suivant et de chaque côté d'une ligne ouest-nord-ouest qui suit la vallée du Song Mai et celle du Song Con, en amont de Phu Qui (Nghia Hung), sur une distance qui atteint 40 kilomètres. Suivant M. Deprat, cette ligne correspondrait à un axe de rebroussement des lignes directrices. Pour nous, qui avons reconnu la permanence de deux directions tectoniques qui s'enchaînent ensiblement à angle droit, nous pensons que cette ligne volcanique correspond à une cassure jalonnant la bissectrice de ces deux directions orogéniques.

Nous ne connaissons pas en Annam d'appareil éruptif. Peut-être un des échantillons recueillis, très largement cristallisé, provient-il de quelque fissure ayant servi à l'ascension de la lave.

Nous signalerons cependant, d'après M. Frontou [27 p. 532], la colline du Hon Nghen, à 4 km. au nord-est de Phu Qui, qui, par la forme hémicirculaire de ses crêtes, ressemble assez à un cratère égueulé ; toutefois, il est utile de dire qu'aucune scorie, aucune lave cordée, aucune bombe n'a été recueillie dans cette colline qui dépasse le plateau de basalte de 80m environ.

Dans la région de Phu Qui, nous avons vu une coulée dans le lit du Song Con à 3 kil. 500 au sud de ce village ; partout ailleurs l'altitude relative des plaines sous-basaltiques oscille un peu autour de 40 mètres.

Etant donnée cette différence de niveau considérable entre la majorité des coulées basaltiques et celle du Song Con, il y a donc bien lieu d'admettre des émissions d'âges différents. L'épaisseur des coulées ne paraît pas atteindre 20 mètres.

Dans toute cette région les laves basaltiques plus ou moins scoriacées, appartiennent à une série qui varie légèrement autour d'un type à structure hypocristalline avec

microlites allongés de labrador et phénocristaux d'olivine ; dans l'échantillon plus largement cristallisé que nous avons signalé, l'ilménite et surtout l'augite sont très abondantes en phénocristaux.

Nous n'avons pu observer en place toutes les coulées de basaltes dont nous avons reconnu l'existence dans la Chaîne annamitique. Quatre d'entre elles ne nous sont connues que par des cailloux roulés au milieu des alluvions ; deux se tiennent sur le versant laotien, dans la vallée du Nam Sot et dans celle du Nam Mone ; les deux autres sont situées sur le versant annamite dans la vallée de la rivière de Vu Quang et dans celle du Rao Tiem sous-affluent du Ngan Sau. Les deux dernières coulées se trouvent dans les parties élevées du Nam Theun et du Nam Noi.

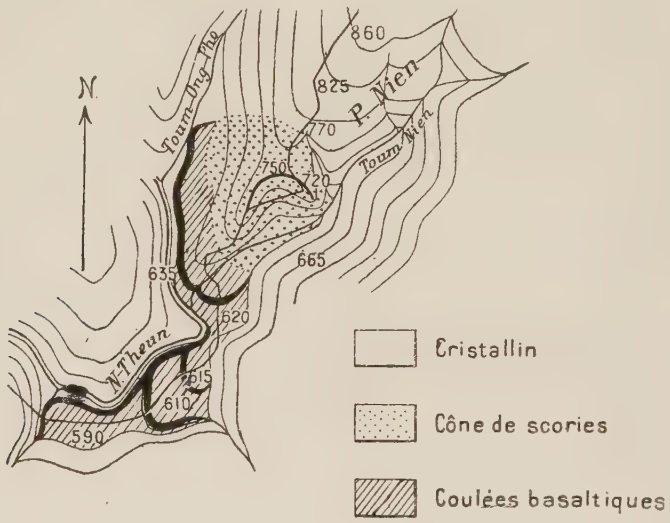


Fig. 27. — Plan coté schématique de l'appareil éruptif de la vallée supérieure du Nam Theun.

Echelle approximative : 1:33.000e

La coulée du Nam Theun est réduite à quelques îlots déchaussés par l'érosion ; le plus important, celui de Ban Van Chang, montre de jolies colonnes prismatiques dont la base se tient au-dessous du lit de la rivière. En amont, au point où le sentier qui franchit la Chaîne annamitique, quitte définitivement le Nam Theun, une coulée sort en terrasses étagées du pied d'un cône de scories dont le sommet ressemble à un cratère égueulé ; la hauteur de ce cône est de moins de 100 mètres, il s'adosse au nord et à l'est contre les terrains cristallins et les granites de la nappe hercynienne. Cet appareil éruptif représenté en plan dans le croquis ci-dessus est constitué par des scories, avec larves cordées, bombes à noyau d'olivine et cendres. Tous ces éléments, très altérés, ont généralement une teinte rouge brique.

La coulée du Nam Noi se suit sans interruption sur près de 10 kil., depuis Ban So en amont, jusque bien au delà de B. Ma Nang. Le basalte garnit tout le lit de la rivière ; de chaque côté, il est recouvert par un manteau alluvial récent qui peut avoir jusqu'à 3 et 4 mètres d'épaisseur. Cette coulée est à peine entamée par l'érosion, elle est de toute évidence, plus récente que celle du Nam Theun.

Les basaltes de la Chaîne annamitique sont d'un type voisin de ceux du Nghe An, ils sont cependant un peu plus vitreux et contiennent en outre des microlites d'anorthite.

CHAPITRE IV

LES FORMATIONS GÉOLOGIQUES DU NORD DE L'INDOCHINE CENTRALE DANS LEURS RAPPORTS AVEC LES MOUVEMENTS OROGÉNIQUES

Nous ne ferons pas de résumé stratigraphique, celui-ci ne pouvant être que la copie du tableau que nous avons donné dans l'introduction qui précède cette partie de notre travail.

L'objet de ce chapitre est tout autre. C'est une sorte d'introduction à l'étude structurale. Son but est donc de montrer, à l'aide de la stratigraphie seule, l'existence d'un certain nombre de périodes d'orogénèse.

Les plus anciennes formations sont les schistes cristallins de la nappe du haut Nam Theun ; elles trahissent l'existence d'un vieux substratum, à partir duquel se sont produits les mouvements orogéniques les plus anciens qu'il nous ait été donné d'enregistrer.

Postérieurement à cette période anté-silurienne, la stratigraphie nous a permis, en effet, d'observer des discordances et des phénomènes qui sont liés à des mouvements de l'écorce terrestre, tels sont : les transgressions et les régressions marines, les changements de faciès et les intrusions, voire même les émissions de roches éruptives.

Pour arriver au but que nous nous proposons d'atteindre, il suffira de ne considérer d'abord que les discordances.

Elles appartiennent à deux types :

1°. — les discordances stratigraphiques ;

2°. — les discordances tectoniques.

Nous ne nous occuperons ici que des premières, les secondes, que nous connaissons aussi grâce à la stratigraphie, devant trouver leur place dans les études structurales.

Les discordances stratigraphiques sont de deux ordres de grandeur. Nous en considérerons donc de grandes et de petites.

Dans les régions que nous avons étudiées nous ne connaissons que deux grandes discordances stratigraphiques : l'une sous le viséen, l'autre sous le rhétien.

A. — La stratigraphie et les mouvements hercyniens.

La discordance viséenne ne s'observe avec netteté qu'au Laos et dans le pays de Qui Dat, c'est à-dire dans les régions où les sédiments plus récents ont peu souffert des mouvements ultérieurs.

Entre cette discordance viséenne et la discordance rhétienne, se place une série de sédiments anthracolithiques et triasiques qui ont servi de couverture aux dépôts plissés du paléozoïque.

Cette couverture ne présente pas les mêmes caractères partout :

Dans les régions peu affectées par les mouvements secondaires, elle comprend de l'anthracolithique fossilifère et du trias qui est à peu près dépourvu d'organismes.

Dans celles qui ont été très éprouvées par ces mouvements, l'anthracolithique est peu fossilifère, tandis que certaines parties du trias contiennent des fossiles en abondance ; dans ces régions, cette couverture est beaucoup trop disloquée pour fournir des renseignements précis sur les mouvements qui se sont produits durant la période qui sépare les deux grandes discordances viséenne et rhétienne.

La limite de ces deux types de couverture est grossièrement une ligne dirigée ouest-nord-ouest depuis Badon jusqu'à Tha Thom. C'est à l'ouest de cette ligne que se trouvent les sédiments peu plissés de l'anthracolithique et du trias, qui vont nous occuper maintenant.

La succession de ces sédiments est la suivante de haut en bas :

Rhétien présumé	grès supérieurs salifères.
Trias du faciès bas-laotien	poudingues, argiles et marnes rouges.
Ouralo-permien	calcaires à fusulinidés et brachiopodes.
Moscovien supérieur	grès et poudingues littoraux.
Moscovien inférieur	calcaires à céphalopodes.
Viséen 2	calcaires à brachiopodes [et, comme faciès latéral, des
Viséen 1	calcaires coralligènes lydiennes à radiolaires]

Dans cette série nous avons reconnu trois petites discordances.

La plus basse, sépare le moscovien inférieur des grès et poudingues du moscovien supérieur, elle coïncide donc avec une régression marine, puisqu'au faciès relativement profond des calcaires à céphalopodes, succède un faciès littoral.

La seconde est un peu plus importante, elle sépare l'ouralien transgressif d'un substratum qui est constitué par tous les termes stratigraphiques plus anciens, y compris les granites. Une couche de fer, avec dans certains cas de gros galets partiellement transformés en limonite, sépare l'ouralien le plus inférieur de son substratum et montre ainsi l'existence d'une période d'émersion anté-ouralienne.

La discordance la plus élevée est insignifiante, elle sépare le permien supérieur de la transgression triasique et correspond à une période d'émersion tranquille, pendant laquelle il est impossible d'observer aucun mouvement appréciable de l'écorce.

De ce qui précède, on peut donc conclure à l'existence d'une période de mouvements orogéniques d'âge anthracolithique, c'est-à-dire hercynienne. Cette période aurait débuté après le dévonien supérieur ou le tournaisien et se serait terminée avant l'ouralien.

Nous pouvons tirer une autre preuve de ces mouvements de la différence des faciès anthracolithiques de chaque côté de la ligne Badon — Tha Thom définie plus haut.

Cette considération nous conduit, en effet, à admettre l'existence d'un bourrelet sous-marin, puis plus tard d'une véritable cordillère, disposée entre deux mers de conditions bathymétriques très différentes.

Cette cordillère, constituée en archipel pendant toute la durée du viséen, admettait une communication entre les mers occidentale et orientale. Le passage indiqué par des sédiments qui constituaient des termes de transition entre les deux faciès de l'anthracolithique inférieur était situé sur l'emplacement de la vallée du Rao Cay et à ses abords.

Plus tard, l'arrêt de la sédimentation sur la plus grande partie de la Cordillère annamitique, coïncidant avec le début d'une période éruptive (épanchements de porphyres quartzifères), laisse supposer l'émersion complète de cette région. Les mouvements qui auraient causé cette émersion, seraient consécutifs à la mise en place des granites, dont la destruction aurait fourni une partie des éléments qui entrent dans la constitution des grès feldspathiques du carbonifère ; de plus, la répartition des grès feldspathiques et des microgranites, formations qui semblent s'exclure, mutuellement, au moins en partie, indique que ces mouvements se seraient manifestés plus tôt dans la région de la Porte d'Annam que dans celles qui sont situées plus au nord-ouest.

Ainsi la stratigraphie seule suffit bien à mettre en évidence l'existence de mouvements hercyniens, en dehors de toute considération d'ordre tectonique.

B. — La stratigraphie et les mouvements secondaires.

La deuxième grande discordance, ou discordance rhétienne, est très nette en Annam et problématique au Laos ; dans cette région, ce n'est que par l'étude structurale qu'il sera permis d'en admettre l'existence.

En Annam, cette discordance sépare le trias supérieur présumé (calcaires à térébratules) des poudingues transgressifs du rhétien ; elle indique donc bien l'existence de mouvements orogéniques.

QUATRIÈME PARTIE

STRUCTURE

Introduction.

Les auteurs qui ont étudié la structure de cette partie de l'Indochine sont peu nombreux et leurs travaux, peu étendus.

Les plus anciennes observations sont celles de M. Deprat ; elles portent toutes sur l'Annam.

En 1913, dans sa coupe des environs de Hoang Mai, M. Deprat [14] représente le rhétien discordant et presque horizontal sur le trias plissé.

En 1917, le même auteur, [15] attribue les plissements du nord du Nghe An (nos arcs du Song Con) à une double inflexion en Z des lignes directrices, lesquelles seraient passées de la direction sud-est à la direction sud-ouest, pour revenir ensuite à leur direction primitive sur le parallèle du confluent du Song Con.

Nous verrons, à ce sujet, que si l'inflexion de Hoang Mai se fait bien dans le sens indiqué par M. Deprat, celle du parallèle du confluent du Song Con se fait en sens inverse ; il n'y a donc pas une double inflexion en Z, mais un arc symétrique par rapport à l'axe anticlinal du Phou Huat.

Dans la même note, l'auteur, qui n'avait pas vu le chevauchement du Nui Bo Bo, pas plus d'ailleurs que le bourrelet anticlinal de palézoïque et de dacites qui se tient en avant (au sud-est de cet accident), affirme que les plis sont simples et non déversés dans le trias.

En 1919, les observations de M. Dussault au Laos, [16] le conduisent, sans doute d'après les déterminations paléontologiques aventureuses de M. Deprat, à affecter de longs plis couchés les massifs ondulés et fracturés de calcaires ouralo-permiens de Kam Keut et de Ban Hine.

Les dernières observations sont de M. Jacob, elles portent comme celles de M. Deprat sur la province du Nghe An. Cet auteur [30] a fait remarquer l'allure transgressive des poudingues de Nui Ngu Ma ; il a rapproché la série de quartzites et lydiennes, injectée de fer, de formations analogues des environs d'Ham Rong (Thanh Hoa), qu'il attribue, comme nous, au dévonien ; enfin, il a rectifié la coupe du trias de Hoang Mai donnée par M. Deprat. L'horizontalité des dépôts rhétiens de cette région

avait frappé M. Jacob, mais cet auteur amené, par ses observations antérieures, à considérer le rhétien comme faisant partie des terrains entraînés dans l'ensemble des dislocations avec grandes nappes de l'Indochine septentrionale, fut conduit à rejeter l'hypothèse du rhétien transgressif et discordant, et à admettre l'existence, à l'ouest de Hoang Mai, d'une grande faille de direction nord-ouest, entre le trias et le rhétien.

Telles sont les seules données antérieures à notre travail. Nous allons maintenant passer à l'étude, par région, des éléments structuraux, en séparant chaque fois qu'il sera possible, ce qui appartient à chaque période orogénique.

Ces études seront réparties suivant trois bandes de direction nord-ouest sud-est, correspondant chacune à plusieurs unités tectoniques hercyniennes.

1° — *Bordure externe de la Cordillère annamitique.*
(Plaine du Mékong, Anticlinal du Nam Hin Boun et Synclinal du Nam Ka Dinh).

2° — *Cordillère annamitique.*
(Géanticlinaux du Phou Sao et du Phou Lai Leng).

3° — *Bordure interne de la Cordillère annamitique.*
(Syclinal du Song Ca et Aire anticlinale du Phou Huat).

Le détail des analyses qui vont suivre, sera nécessairement limité pour ne pas nuire à la clarté de l'exposé et ne pas risquer de tomber dans l'erreur. Nous nous en tiendrons donc seulement à la description des coupes indispensables pour fournir les données utiles à la reconstitution de la structure de ces régions, en ajoutant les renseignements nécessaires pour montrer, s'il y a lieu, les continuités ou les discontinuités stratigraphiques ou tectoniques.

CHAPITRE I

BORDURE INTERNE DE LA CORDILLÈRE ANNAMITIQUE

Nous comprenons sous cette dénomination, toute la région qui s'étend à l'ouest et au sud-ouest de la Cordillère annamitique et dont la définition est donnée ailleurs (p. 44). Les caractéristiques de cette bordure sont les suivantes :

1° — un revêtement sédimentaire à peu près homogène, le plus souvent peu ou pas plissé, qui comprend l'anthracolithique à partir du viséen, le trias et des grès salifères supposés rhétiens ;

2° — ces terrains sont superposés à une série plissée de dévonien et de tournaisien ;

3° — enfin, des intrusions granitiques percent le substratum et le revêtement jusqu'au moscovien.

Un coup d'œil jeté sur la carte (carte n° 1) nous montre, par la répartition des éléments stratigraphiques, l'existence d'un bourrelet axial paléozoïque et granitique : le *bourrelet anticlinal du Nam Hin Boun* que bordent deux synclinaux secondaires importants, au sud-ouest, *la plaine du Mékong* ; au nord-est, le *synclinal du Nam Ka Dinh*.

De ces trois éléments, le synclinal externe (la plaine du Mékong) paraît le plus tranquille. Les deux autres sont affectés de cassures et de plis longitudinaux ou transversaux.

Parmi ces accidents, nous signalerons ceux qui sont nés à la suite des deux ensellements hercyniens (1) sous l'influence de tassements et de poussées venus du nord-ouest, et ceux qui ont été produits par le rapprochement de la Cordillère annamitique et du bourrelet du Nam Hin Boun.

Nous étudierons ainsi :

A) les fractures des pays Kha de Co Roong et du Nam Tsé ;

B) le bassin du Nam Pha Tène ;

C) les plis du Nam Ka Dinh et le faisceau plissé du Nam Sane.

Enfin, dans un dernier paragraphe [D] nous dirons quelques mots sur la structure d'ensemble de la bordure occidentale de la Cordillère annamitique.

Nous ne répéterons pas ce que nous avons été amené à dire sur les mouvements hercyniens en faisant l'étude stratigraphique des dépôts anthracolithiques de ces régions. Ceux-ci ont été suffisamment démontrés par les discordances stratigraphiques, les transgressions, la mise en place des granites, etc...

La synthèse de tous les renseignements recueillis sur ces mouvements sera traitée dans la cinquième partie.

(1) Dépression du Nam Hung et Pays de Qui Dat.

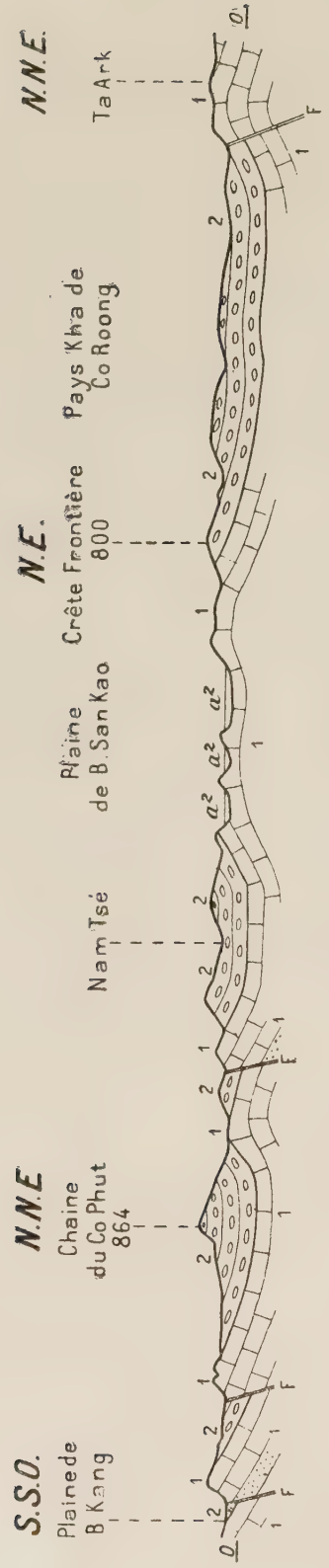


Fig. 28. — *Coupe depuis la plaine de Ban Kang jusqu'au massif calcaire au nord de Co Roong.*

Echelle : 1/200.000.

Légende : 1. Grès et calcaires anthracolithiques ; 2. Trias (poudingues et terrain rouge) ; a^2. Alluvions ; F. failles.

A. – Les fractures des pays Kha de Co Roong et du Nam Tsé.

Ces accidents intéressent une partie du contact du géanticlinal du Phou Sao et du synclinal du Nam Ka Dinh, ainsi que la lisière septentrionale de l'anticlinal du Nam Hin Boun, à sa traversée de la Chaîne annamitique, à l'est du 106e méridien.

Le plus septentrional, c'est-à-dire celui qui est en bordure de l'anticlinal de Phou Sao est une faille peu accusée ; on l'observe au point où le sentier qui vient, au nord, de la Rivière de Troc, pénètre dans le pays Kha de Co Roong (Quang Binh), à la limite sud des masses de calcaires anthracolithiques de Hang Rao.

En ce point, les calcaires noirs (1) en bancs massifs, avec rognons de phtanites qui, auparavant, pendaient de 10° à 25° au sud-ouest, deviennent horizontaux puis, plongent brusquement de 35 à 40 degrés dans la même direction ; on voit alors apparaître une série d'argiles rouges triasiques, contenant de rares lits de petits cailloux de quartz, au milieu de laquelle s'intercale un peu plus loin une grande épaisseur de marnes calcaires noirâtres. Le contact direct de l'anthracolithique et du trias ne se voit pas, mais nos observations très rapprochées permettent d'admettre l'existence d'une faille dirigée nord-ouest avec lèvre affaissée au sud. L'examen de la carte montre en outre que, vers l'est, le contact du trias et de l'anthracolithique se fait suivant une courbe convexe au sud-est. Dans cet endroit ce contact dessine une ligne sinueuse, recoupant tous les arroyos qui vont se perdre au nord et au nord-ouest sous les calcaires. Ce qui indique

(1) Ces calcaires ont fourni au Cl Douchet du Service Géographique, un brachiopode que M. Patte a comparé à une forme ouralienne et permienne : *Martinia triquetra* Gemm.

à la fois une cassure et un léger chevauchement des argiles rouges par les calcaires ouralo-permiens. S'il en était autrement, le pendage des couches se faisant vers le sud, le contact serait marqué par une vallée monoclinale (vallée subséquente des géographes) ; ce qui n'est le cas dans cette région que pour la vallée d'Hang Rao, au nord-ouest, et pour celle qui est creusée au nord-est à la limite des calcaires anthracolithiques et du granite du massif de Dong Hoi.

La traversée du pays Kha de Co Roong, par le sentier de Ban San Kao, se fait sur le terrain rouge plus ou moins argileux ou gréseux. Ce n'est que près de la crête frontière que se montrent, au-dessous, des poudingues à petits éléments, qui se suivent sur 120 à 130 mètres de puissance à la descente sur le Laos ; leur base est au contact de calcaires gris avec phtanites, contenant quelques brachiopodes, dont des *Productus*. Ces calcaires conduisent jusqu'à la plaine de Ban San Kao, au milieu de laquelle ils forment de petits pitons isolés. Au sud, ils s'enfoncent à nouveau sous les poudingues du trias, qui constituent, avec quelques argiles rouges, deux chaînes de collines séparées par le lit du Nam Tsé.

Ce trias, qui affecte ici une disposition synclinale très nette, s'observe bien sur le sentier de Ban San Kao à Ban Ta Lek A Lam. Un peu au nord de ce village, le trias se redresse assez pour laisser apparaître les calcaires anthracolithiques.

A partir de Ban Ta Lek A Lam, on accède à une région plus élevée et très fracturée où se voient en quelques points des affleurements d'anthracolithique inférieur que nous avons déjà cités en faisant l'étude de ces dépôts.

Ces cassures et ces terrains plus anciens indiquent que nous avons quitté la région relativement plastique du synclinal du Nam Ka Dinh pour celle, plus rigide, du bourrelet anticinal du Nam Hin Boun.

Nous avons reconnu trois cassures ; leur direction est nord 60° ouest et leur tracé à peine sinueux.

La plus importante passe par Ban Ta Lek A Lam et Ban Sa Lou ; elle met en contact l'anthracolithique inférieur, moyen et supérieur, suivant les points, avec le trias, représenté le plus souvent par des poudingues à gros éléments.

C'est au sud-ouest de cette fracture que se dresse l'importante chaîne du Co Phia constituée entièrement par le trias avec, à l'ouest de Ban Sa Lou, un couronnement de grès supérieurs.

Les poudingues de la base sud-occidentale de cette chaîne gréseuse s'appuient sur une étroite bande de calcaires anthracolithiques, le long d'une vallée morte.

A l'est de Ban Vang Pet, un important relèvement de ces calcaires permet l'affleurement d'un peu d'anthracolithique inférieur.

Un nouvel effondrement, qui marque le pied méridional de cette bande calcaire, fait apparaître une fois encore les poudingues du trias sur une largeur de 2 kilomètres, contre la paroi nord de la ligne de rochers calcaires, qui domine de ses abrupts la plaine de Ban Kang, dont elle est encore séparée par une dernière cassure. Cet accident ne s'observe que grâce à la présence, au pied même des escarpements, de très petits lambeaux de poudingues disposés au-dessus du sol calcaire de la plaine.

Désormais, en allant vers le sud-ouest, on ne voit plus en affleurement dans la plaine que des calcaires anthracolithiques très rarement dressés en pitons, que couronnent des témoins de trias. Vers l'ouest, un relèvement régulier des calcaires permet l'affleurement en voûte anticlinale, de masses importantes de grès moscoviens qui se

suivent de là vers le nord-ouest jusqu'au nord du sentier de Kam Keut à Ban Sot, dans l'axe du bourrelet anticlinal du Nam Hin Boun.

Quelle est l'importance de ces cassures ?

Celle de Ban Sa Lou, se poursuit fort loin au nord-ouest, il ne serait pas impossible qu'elle rejoignit le Phou Ac dans la région fracturée de Ban Na Theut et de Ban Bo.

Les autres sont beaucoup moins importantes, sauf peut-être, celle du pays du Co Roong qui paraît se réunir à l'ouest avec le sillon fracturé d'Hang Rao.

Vers le sud-est, les trois cassures méridionales se mettent peut-être en continuité avec d'autres accidents dirigés orthogonalement sur leurs directions comme si elles tendaient à épouser, en se rompant, la forme incurvée de la cassure de Co Roong et des plis situés au sud-est de cet accident.

Ces dislocations sont incontestablement postriasiques puisqu'elles intéressent les dépôts de cet âge ; mais elles se sont produites sur les bords d'un synclinal qui existait déjà au viséen (voir stratigraphie de l'anthracolithique).

B. — Le bassin du Nam Pha Tène.

Cette région, connue par ses mines d'étain depuis la visite de Counillon vers 1890, puis par les recherches malheureuses de M. Gascuel et enfin, par une courte visite de M. Lantenois en 1903, n'avait pas encore fait l'objet d'études géologiques de quelque importance.

Les seuls renseignements de cette nature ont été fournis par M. Lantenois dans son rapport de tournée inédit et dans sa note sur la carte géologique et les mines de l'Indochine [36]. D'après cet auteur, les gisements d'étain proviendraient de la destruction de filons de quartz stannifère, encaissés au milieu de grès disposés en anticlinal sous les calcaires ouralo-permiens.

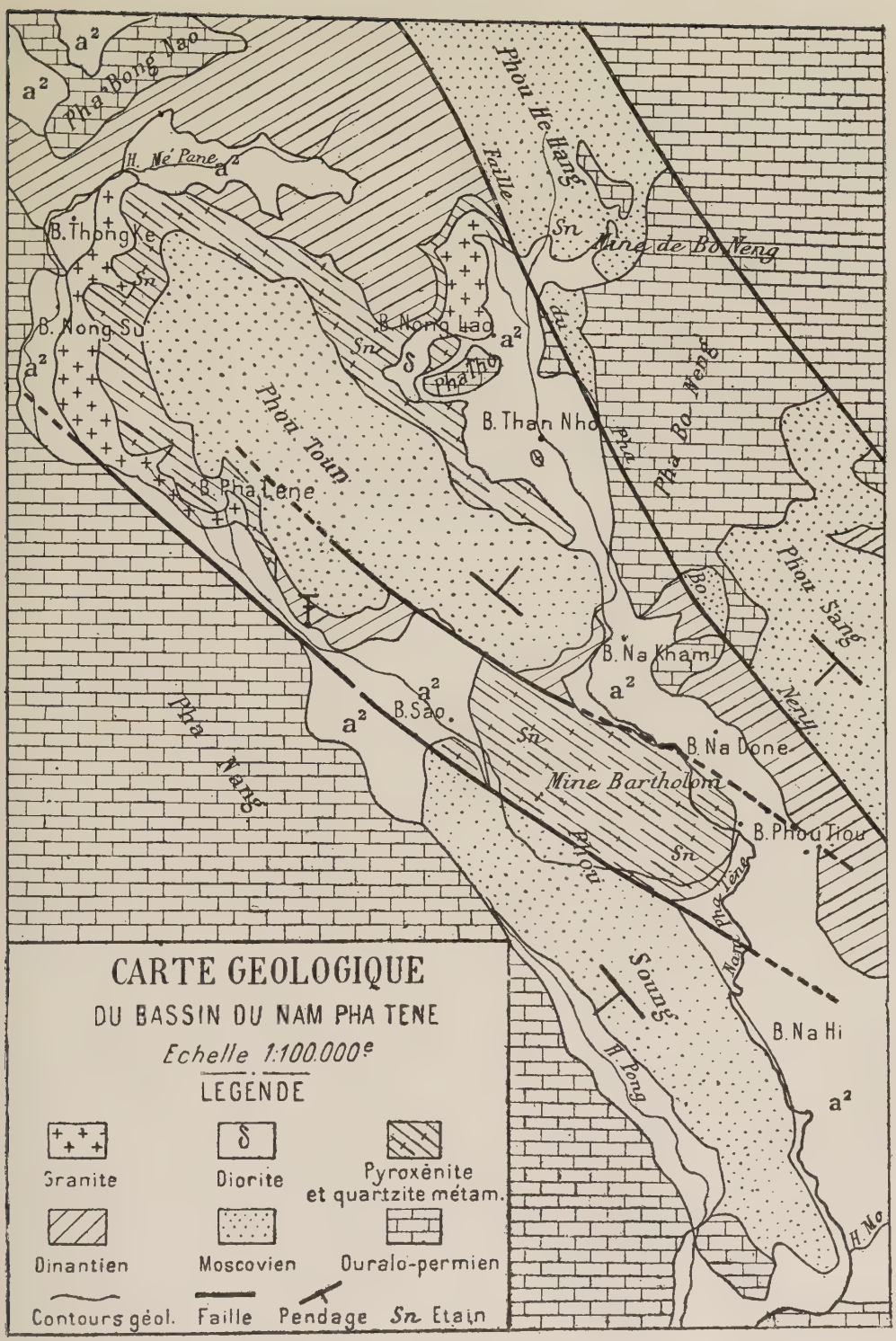
En outre, l'étude du mode de formation de ce gîte d'étain a été faite par M. Lacroix dans une note, parue dans le bulletin de la Société de minéralogie, que nous n'avons pu nous procurer.

Les choses en étaient à ce point en 1923, au moment où la Société d'Etudes et d'Expoloitation minière de l'Indochine commença l'exploitation méthodique des gisements.

Les deux tournées d'une semaine chacune que nous fîmes dans cette région en 1923 et en 1925 ont été grandement facilitées par l'aide et les renseignements que nous a fournis M. Dupuy, Administrateur-délégué, et surtout par la visite des divers chantiers que nous fit faire M. Lazerge, alors Directeur local.

La vallée du Nam Pha Tène est une ouverture de 8 km. de largeur moyenne, allongée vers le nord-ouest sur une trentaine de kilomètres, au milieu de la région karstique du Nam Hin Boun (voir carte de détail au 100.000e ci-contre).

C'est une sorte de cirque qu'entourent de hautes parois verticales aux colorations chaudes. Le fond du cirque, occupé par des lignes de collines gréseuses, pelées, ou revêtues d'une maigre végétation, est hérissé de pitons et de barres calcaires d'étrange aspect.


Phou He Hang
Faille
Sn
Mine de Bo Neng
B. Thong Ke
B. Nong Su
B. Nong Lao
B. Than Nho
B. Pha Tene
Phou Toun
Pha Bo Neng
Phou Sang
B. Na Kham
B. Sao
B. Na Done
Mine Barthelon
B. Phou Trou
Pha Nang
Phou
Soung
B. Na Hi
H. Pong
H. Mo
CARTE GEOLOGIQUE
DU BASSIN DU NAM PHA TENE
Echelle 1:100.000e
LEGENDE
Granite
Diorite
Pyroxénite et quartzite métam.
Dinantien
Moscovien
Ouralo-permien
Contours géol.
Faille
Pendage
Sn Etain

Au sud, suivant de près le cours du Nam Pha Tène, un couloir étroit, entaillé dans la barre du Phou Sang, constitue la seule issue à ciel ouvert qui permette l'accès à ce cirque. En dehors de ce passage, il existe encore deux tunnels naturels ouverts, l'un, au sud-est de Ban Na Tan, dans la barre du Pha Con Keo ; le second, au nord-ouest, dans la masse du Pha Khuan Lau. Celui-ci fait communiquer la vallée du Nam Pha Tène avec le village de Ban Na Kok situé sur le Nam Hin Boun. Ce sont des passages peu commodes, toujours impraticables aux hautes eaux.

Le lit du Nam Pha Tène est établi, dans la partie de son cours dirigée nord-nord-ouest, le long d'une grande cassure : *la faille du Pha Bo Neng*, qui divise le pays en deux régions anticlinales d'intérêt différent :

à l'est, l'anticlinal du Phou Sang ;
à l'ouest, l'anticlinal du Phou Soung.

L'anticlinal du Phou Sang est constitué par des grès moscoviens avec un substratum de lydiennes du viséen ; il est peu ou pas stannifère.

L'anticlinal du Phou Soung, qui est essentiellement l'anticlinal de l'étain, montre des terrains plus variés. La série sédimentaire y est constituée, à sa base, par des schistes avec lydiennes du viséen qui nous ont donné au sud de Ban Pha Lène : *Productus* cf. *striatus* Fischer et *Martinia glabra* Martin, au-dessus, viennent des grès, plus ou moins grossiers, très ferrugineux, avec lits schisteux, qui paraissent constituer le couronnement du Phou Toun et du Phou Soung.

Ces terrains sédimentaires passent à des roches métamorphiques : pyroxénites et quartzites métamorphiques avec sillimanite, biotite, zircon, etc..., qui se trouvent au contact de granites monzonitiques, de granodiorites, de diorites et de roches microgrenus : microdiorites quartziques et microgabbros. Ces roches éruptives affleurent, à l'ouest du Phou Toun, auprès des villages de Ban Pha Len, Ban Nong Su et Ban Thong Ké ; puis, à l'est de la même montagne, dans les environs de Ban Nong Lao.

Les microdiorites quartziques affleurent surtout près du rocher calcaire au sud de Ban Nong Lao. Nous avons vu à ce sujet (p. 200) qu'il était logique d'admettre que la légère transformation subie par les calcaires de ce rocher et l'allure nébuleuse de leurs fossiles, pouvaient être attribuées à l'influence métamorphique de ces microdiorites.

Quant aux microgabbros, nous ne les connaissons que des environs immédiats de la mine Bartholoni ; ils ne se différencient pas à l'œil des quartzites et des grès métamorphiques qui les entourent. Leurs relations avec les roches encaissantes, grès métamorphiques et pyroxénites, ne sont pas connues ; nous pouvons dire simplement qu'ils paraissent ne constituer que des filonnets de faible importance.

Aucune masse importante de granite à mica blanc n'est connue dans cette région ; mais au nord-nord-est de B. Thong Ké, nous avons recueilli, au milieu des granites, une roche granitoïde très altérée et rubéfiée qui, au microscope, ne montre que de la muscovite et du quartz, noyés dans la limonite ; cette roche est probablement un greisen.

En quelques points des deux anticlinaux du Phou Sang et du Phou Soung, les formations de l'anthracolithique inférieur sont séparées des calcaires de leur revêtement ouralo-permien par une zone d'hématite manganésifère. Ce fer correspond à une discordance de l'ouralien sur les terrains plus anciens (voir stratigraphie de l'anthracolithique). Un simple coup d'œil jeté sur la carte montre, en effet,

que l'ouralien est au contact de toutes les formations géologiques de la région, y compris les granites qui, nous le répétons, ne l'ont pas métamorphisé.

Le fer, qui se trouve interstratifié entre l'ouralien transgressif et son substratum, est donc un minerai sédimentaire ; c'est, suivant l'expression de M. de Launay, [37] un minerai de concentration continentale, une alluvion ferrugineuse.

Quant au fer qui se trouve dans le substratum à aspect gréseux de l'ouralien, il paraît avoir plusieurs origines ; d'une manière générale sa présence est liée à celle de l'étain. Nous en reparlerons plus loin.

Disons maintenant quelques mots sur la structure de la région.

La petite carte au 1/100.000 ci-jointe, montre quatre fractures de direction nord-ouest ou nord-nord-ouest, intéressant tout l'ouralo-permien. Parmi elles, on peut remarquer que la plus importante, la faille du Pha Bo Neng, déjà citée, est la plus ancienne, post-moscovienne et anté-ouralienne.

La chose est facile à observer sur la piste qui, partant de Ban Na Done, remonte vers le nord pour franchir un petit col ouvert dans les calcaires au nord-est de Ban Na Kham. Là, un peu au-dessous du col, le contact des lydiennes viséennes et des grès moscoviens se fait par faille sous l'ouralien qui repose indifféremment sur eux, alors que lui-même est dénivelé, mais en sens inverse. On peut donc conclure que la fracture du Pha Bo Neng qui a produit, avant l'ouralien, l'affaissement de sa lèvre orientale, a amené, par son rejeu, l'affaissement de l'autre lèvre. C'est le long de cette fracture que le Nam Pha Tène a creusé son lit.

Les fractures principales de direction nord-nord-ouest sont recoupées par d'autres accidents, plutôt flexures que cassures, qui leur sont presque perpendiculaires. Nous citerons, du nord-ouest au sud-est, une flexure au sud-est du Pha Bong Nao, une autre passant par le Pha Tho, une troisième intéressant la région qui va de Ban Sao à l'est de Ban Na Kham, enfin, une quatrième parallèle à l'Houei Mo.

Ces mouvements, qui trahissent des poussées de direction nord-ouest sud-est, sont sans doute mésozoïques.

Enfin, nous citerons une dernière série de cassures peu importantes, remplies de quartz filonien, dont la direction est voisine du nord. Ces cassures s'observent surtout dans les environs de la mine Bartholoni.

En résumé, le bassin du Nam Pha Tène est une région anticlinale simple, post-moscovienne, cassée avant l'ouralien, affectée d'un pli synclinal médian, puis recassée et transformée en champs de fractures à une époque que l'on peut considérer comme contemporaine des mouvements qui ont affecté le trias des autres régions.

Les cassures longitudinales de ce bassin sont comparables à celle du Nam Tsé, mais au lieu de n'affecter que la bordure interne du bourrelet anticlinal du Nam Hin Boun, comme l'ont fait ces dernières, elles intéressent le noyau anticlinal lui-même.

Les cassures du Nam Pha Tène ont, sans doute, leur prolongement un peu au sud-est entre Ban Na Khu et Ban Khoa dans les accidents que nous avons relevés en faisant la coupe de l'anthracolithique sur ce parcours (voir fig. 12, page 134).

Les gîtes d'étain.

Les mines d'étain du Nam Pha Tène portent, soit sur des filons, soit sur des éluvions formées sur place par la destruction de ceux-ci, et plus exceptionnellement sur des alluvions.

Les gisements éluvionnaires, surtout répandus dans le Phou Soung, sont constitués par des masses plus ou moins importantes de limonite un peu manganésifère, contenant une teneur moyenne de 1,3 d'étain par 1.000 de minerai. Avec la cassitérite se trouvent associés du mispickel, de l'antimoine, de la blende et un peu d'argent (400 gr. à la tonne). (1)

Ces éluvions reposent, dans le Phou Soung, sur des roches métamorphiques de contact souvent riches en pyroxène et en mica noir. Dans quelques cas, le *bedrock* paraît être constitué par les grès moscoviens ferrugineux, qui, au microscope, montrent fréquemment des traces de métamorphisme.

A la mine de Bo Neng, l'exploitation a mis à jour sur une assez grande épaisseur le gîte en place. La roche encaissante, semblable au *bedrock* des gîtes éluvionnaires, est parcourue par un réseau de filonnets d'oxyde de fer plus ou moins manganésifère, avec quartz bipyramidé, au milieu desquels se voient quelquefois de fines aiguilles de cassitérite. Les masses de fer plus importantes, restées en saillies au milieu des éluvions de la mine Bartholoni, représentent sans doute des filons plus puissants.

Quant au mode de formation du gisement, nous renvoyons le lecteur à l'étude précitée de M. Lacroix [35].

Pour cet éminent pétrographe, que nous avons eu l'honneur d'accompagner en février dernier aux mines du Nam Pha Tène (2), ces gisements ne peuvent se comparer qu'aux gisements sulfurés et antimoniés de Bolivie ; la limonite d'origine pseudomorphique y occuperait la place de la pyrite qui se tiendrait au-dessous du niveau hydrostatique, qu'aucune exploitation n'a encore atteint.

C. — Les plis du Nam Ka Dinh et le faisceau plissé du Nam Sane.

Ces plis sont parallèles à la direction du synclinal du Nam Ka Dinh. Ils dérivent d'un petit anticlinal médian, qui se remarque avec netteté dans la vallée du Nam Theun et de ses affluents.

La coupe de Ban Na Theut à Ban Ta Pei Pan que nous avons donnée (fig. 17, page 168) en faisant l'étude stratigraphique des dépôts triasiques du faciès bas-laotien, montre la faible importance de ce petit anticlinal. Son passage s'observe facilement en différents points.

---

(1) Renseignements obtenus sur place.

(2) Lors de cette dernière visite, que nous fîmes en compagnie de M. Blondel, nous avons été reçus et accompagnés par M. Claude, le directeur actuel de la mine Bartholoni ; nous lui adressons nos meilleurs remerciements.

Dans les vallées du Nam Theun et de son affluent le Nam Noi, cet anticlinal amène l'arrivée, en surface, du poudingue gréseux à gros éléments de la base du trias. Ces roches, très dures, qui succèdent brusquement aux argiles tendres du terrain rouge, se dressent en barrière infranchissable au milieu du lit des cours d'eau qui, pour les traverser, ont creusé des gorges profondes, coupées de nombreux ressauts.

A la traversée de cette barre rocheuse, que les eaux ne peuvent franchir qu'à l'allure torrentielle, la navigation des pirogues est impossible.

Le même petit anticlinal médian s'observe à son passage sur la route de Napé à Thakhek, où il fait encore affleurer, entre Ban Pha Ka Tan et la sala Nam Nien, le même poudingue gréseux, au fond d'une gorge assez étroite, qui comprend dans ses parois la plus grande partie du secondaire laotien.

C'est aussi dans ce petit anticlinal que se trouvent les dangereux rapides du Keng Ku, sur le Nam Ka Dinh, qui se suivent sur plusieurs kilomètres. La barrière qu'ils constituent n'a jamais pu être franchie.

Plus au nord-ouest, le rapprochement de l'anticlinal du Nam Hin Boun et du môle de Napé, accentue les plis du synclinal du Nam Ka Dinh et fait surgir à la clé de voûte de l'anticlinal médian les calcaires ouralo-permiens du Pha Muong, sous le 104° 50' de longitude est.

Au delà de ce point, un faisceau de plis commence à se former, mais il n'atteint quelque importance qu'en arrivant dans la dépression du Nam Hung, où il semble déborder l'anticlinal du Nam Hin Boun.

Dès la région calcaire du bas Nam Nhuong, il se forme, parallèlement à ce système, des plis marginaux dont il convient de dire quelques mots.

C'est dans le lit même du Nam Nhuong, auprès de Ban Tha Sala, qu'on peut en relever la meilleure coupe.

En aval de ce village, le trias, constitué par le terrain rouge, est à peine ondulé. En remontant la rivière, on ne tarde pas à observer l'existence de quelques plis suivis de cassures, fortement inclinés au nord-est ; après moins d'un kilomètre, une dernière fracture fait chevaucher les poudingues triasiques par les schistes dévoniens. Pas un témoin d'ouralo-permien ne se voit au contact.

En plan, ce contact se fait suivant une courbe convexe au nord-est, qui se décroche un peu vers le sud, à Ban Tha Sala, avant de décrire une nouvelle courbe semblablement disposée entre ce village et la plaine de Kam Keut.

Les formations situées au nord-est de cette ligne comprennent des schistes du dévonien à *Atrypa reticularis* Linné affectés de plis déversés au sud-ouest, que recouvrent des plateaux de calcaires ouralo-permiens. Dévonien plissé et ouralo-permien tabulaire viennent, suivant les points, indifféremment au contact du trias, avec cette particularité, que, quand le contact du trias se fait avec le dévonien, l'ouralo-permien ne se voit jamais entre ces deux formations. Etant donnée la structure générale de la région, on est conduit à admettre, pour expliquer l'absence de l'ouralo-permien au contact du trias et du dévonien, que la bordure paléozoïque du géanticlinal du Phou Sao chevauche le synclinal du Nam Ka Dinh.

Cet accident est évidemment postriasique.

Les coupes que nous avons relevées depuis le village de B. Keng sur le Mékong, jusqu'au N. Muon, nous ont permis de nous faire une idée assez exacte de la

disposition du faisceau plissé du Nam Sane, à son passage dans l'aire d'ennoyage constitué par la dépression du Nam Hung. On remarquera d'abord (Planche I, fig. 2) la division en compartiments de la partie gauche de la coupe, l'extinction des plis du nord-est au sud-ouest et le chevauchement de la bordure orientale du synclinal du Nam Ka Dinh par la bordure externe du massif anticlinal du Phou Sao.

La région compartimentée se tient entièrement au sud-ouest du synclinal du Nam Ka Dinh et correspond au passage de l'anticlinal du Nam Hin Boun à la plaine synclinale du Mékong. Celle-ci est occupée par les grès supérieurs, salifères en plusieurs points, entre Muong Borikane et B. Keng ; des tufs andésitiques s'y intercalent ; on peut les observer dans un îlot du Mékong, situé au droit de ce dernier village.

Au nord-est, il est facile de voir, dans le lit du Nam Ka Dinh près de son confluent avec le Mékong, un relèvement brusque de ces grès contre les argiles rouges triasiques qui, quelques dizaines de mètres plus loin, sont presque horizontales ; une faille, ou tout au moins une flexure, marque donc ce contact. Plus loin le terrain rouge se plisse légèrement, puis se redresse rapidement contre des grès grossiers qui appartiennent à la formation des poudingues du trias ; c'est avec ces grès, toujours très inclinés au sud-ouest, que l'on arrive dans la petite plaine de Ban Poun Han, où les alluvions sont salifères en quelques points ; il y a donc lieu d'admettre la présence, dans cette vallée, de petits lambeaux de grès supérieurs ; cette supposition est d'ailleurs confirmée par l'existence du terrain rouge, en couches peu inclinées au sud-ouest, à l'est de Ban Pour Han. Il n'y a donc aucun doute, le contact qui met côte à côte la base du trias et les grès salifères, est anormal et ne peut s'expliquer autrement que par une cassure.

En continuant vers le nord, par la piste qui contourne la falaise de grès horizontaux du Phou Ta La Bat, on retrouve les grès triasiques, un peu violets et quartziteux, qui conservent toujours le même pendage au sud-ouest ; un peu avant le village de Ban Ta Khen, un filon de quartz chargé d'oxyde de manganèse interrompt cette formation et la met au contact du terrain rouge. Cette cassure très nette nous fait pénétrer dans la région plissée du synclinal du Nam Ka Dinh.

Le village de Ban Ta Khen est assis sur des argiles rouges, mais immédiatement à sa partie nord, on voit apparaître les poudingues qui s'enfoncent doucement au nord-est sous la masse des argiles rouges et des grès supérieurs du Phou Ta La Bat. Cet état de choses nous montre donc que la faille de Ban Ta Khen est une cassure de faible amplitude intéressant un anticlinal dont la clé est constituée par les grès et poudingues de la base du trias.

Au nord du Phou Ta La Bat, entre Ban Pak Buok et Ban Pak Mut, on peut constater l'existence de deux petits anticlinaux de poudingues, cependant que les grès supérieurs du couronnement de la montagne paraissent horizontaux.

Après le deuxième de ces anticlinaux, le sentier traverse au-delà de B. Phung Luang, une petite cuvette de terrain rouge occupée par des alluvions salifères, et dominée, au sud-ouest et au sud, par des escarpements de grès supérieurs. Dans l'ensemble, les couches triasiques pendent au nord-est. Après un dernier anticlinal de poudingues et une traversée de quelques kilomètres vers le nord, les argiles rouges s'écartent pour laisser le passage à un anticlinal étroit et massif de calcaires probablement ouralo-permiens.

Ces calcaires, qui se dressent entre le village de Ban Pha Huang et les abords immédiats du Nam Muon, sont au contact du terrain rouge par l'intermédiaire d'une

zone broyée. L'absence des poudingues à leur place normale, entre les argiles du terrain rouge et l'ouralien, paraît générale dans ce contact.

Les argiles rouges très schisteuses ne dépassent pas le Nam Muon ; dans le lit même de cette rivière, elles sont chevauchées par une série paléozoïque, dont la semelle est en quelques endroits une lame de granite très écrasé et très altéré.

Ce paléozoïque, qui comprend des poudingues schisteux et des grès sériciteux très froissés, avec une couverture presque intacte d'ouralo-permien, appartient à la bordure externe du géanticlinal du Phou Sao.

En résumé, les dislocations dont nous venons de reconnaître l'existence entre le Mékong et le Nam Muon sont de deux sortes ; elles comprennent :

1° — des plis simples ou déversés au sud-ouest, puis enfin des chevauchements, dont l'âge postriasique est certain. Ce sont là, tous les mouvements qui intéressent la région synclinale du Nam Ka Dinh.

2° — des cassures suivies d'effondrements ; ces accidents qui intéressent également les grès supérieurs sont donc plus récents qu'eux. Ce sont des accidents posthumes par rapport aux mouvements qui précèdent. Dans cette catégorie, il faut ranger les petits effondrements situés à la limite nord-est du horst du Nam Hin Boun et celui, plus important, de la vallée du Mékong.

La fracture du bas Nam Ka Dinh qui effondre la plaine du Mékong, paraît se prolonger fort loin vers le sud ; c'est probablement elle qui coupe la route de Ban Sot à Kam Keut un peu au delà du kilomètre 13, et qui, plus au sud-est, sépare le trias de l'ouralo-permien ; on la suivrait ainsi jusqu'au village de B. Ca Tep, où la rencontre de la cassure anté-triasique de l'Houei Cho l'arrête, à moins qu'elle ne l'ait fait dévier vers l'est.

La coupe 1 de la Pl. I figure une seconde section du faisceau plissé du Nam Sane entre les environs de Muong Borikane, au sud-ouest, et, au nord-est, un point situé sur le Nam Mang, au sud-est du Phou Nong None.

Nous ne décrirons pas en détail cette coupe que nous avons relevée dans le lit du Nam Sane et dans celui du Nam Mang ; nous mettrons simplement en valeur ses principales caractéristiques.

Comme dans la coupe précédente, la bordure externe de la Cordillère annamitique comprend ses trois parties correspondant chacune à un élément hercynien : a gauche (sud-ouest), la plaine synclinale du Mékong; au centre, l'anticlinal du Nam Hin Boun ; enfin, à droite, contre les granites du Phou Sao, le synclinal du Nam Ka Dinh.

Le synclinal du Mékong est constitué, près de Muong Borikane, par les argiles rouges et, plus loin, au nord, par des poudingues dont quelques uns à gros éléments peu roulés de granites et de diorites. Ce synclinal est effondré en contre-bas d'un pointement de microgranites de bordure ; la fracture du bas Nam Ka Dinh jalonne probablement ce contact. L'anticlinal du Nam Hin Boun, couvert par quelques poudingues que percent de petits affleurements de paléozoïque, débute au sud-ouest par les microgranites signalés ci-dessus, et se termine, au nord-est, par des calcaires gris-clair, très laminés. Ces calcaires, que nous supposons anthracolithiques, sont recouverts par la série triasique du synclinal du Nam Ka Dinh. Le contact peut s'observer près de Ban Hat Bai.

En amont de ce village, le trias, affecté de plis couchés au sud-ouest, comprend d'abord un large synclinal de schistes rouges, chevauché par des poudingues disposés en plis empilés, qui vont en se redressant vers le nord-est. Ces formations sont d'autant plus laminées que l'on se rapproche davantage de la bordure du Phou Sao.

A la faveur d'un pli anticlinal plus écrasé et plus relevé, les poudingues sont percés, en amont de Ban Pak Mang, par des schistes gris et noirâtres et par des grès sériciteux du paléozoïque ; des filons de quartz soulignent les contacts anormaux.

Après un dernier synclinal de poudingues triasiques, à peine incliné au sud-ouest, vient une épaisse série comprenant des alternances de schistes violets, de grès sériciteux et de poudingues schisteux micacés (muscovite) et sériciteux, comparable à la base de notre anthracolithique gréso-schisteux.

C'est contre ce paléozoïque, très incliné au nord-est, que s'appuie, en le chevauchant, la bordure granitique du Phou Sao. Au contact, se trouvent des sources sulfureuses.

Pour être plus complet, nous signalerons certains paquets de poudingues triasiques à ciment de quartzite coincés en quelques points entre le paléozoïque et le granite, au fond de plis synclinaux étirés. C'est également à la faveur de l'un de ces plis que doit être attribué la conservation du massif calcaire du Phou Nong None qui flotte à la surface des schistes, près de la bordure externe du Phou Sao.

Toutes les dislocations que nous venons de passer en revue sont triasiques, sauf la fracture du Nam Ka Dinh qui intéresse les grès supérieurs. D'ailleurs, il n'est pas impossible que cette cassure, elle aussi, soit triasique et que ce soit son rejeu qui ait amené l'effondrement des grès salifères.

D. — La structure d'ensemble de la bordure occidentale de la Cordilière annamitique.

La majorité des dislocations que nous venons de voir se sont produites pendant et après le trias, sur un vieux bâti hercynien, qui a imposé sa forme aux mouvements qui les ont causées. C'est ainsi que se sont formés des plis dans la région synclinale et peu résistante du Nam Ka Dinh, et des cassures sur le horst du Nam Hin Boun. Mais les dislocations, qui intéressent une partie bien définie de l'édifice hercynien, sont liés autant à la forme des parties voisines de cet édifice qu'aux mouvements qui ont agi sur l'ensemble. C'est pourquoi, tant que nous n'aurons pas fait connaître tous les éléments structuraux des régions de l'Indochine qui font l'objet de ce travail, nous en tiendrons-nous au plan de l'ouvrage sans essayer de déterminer, sauf dans quelques cas, les causes auxquelles il est dû.

Nous prions le lecteur de se reporter pour ce qui suit à la carte structurale et à la carte géologique au 1/1.000.000 ci-jointes. (cartes nos 2 et 3).

1°) *Le contact de la Cordillère annamitique et du synclinal du Nam Ka Dinh.*

Au sud-est, une cassure marque le contact de la Cordillère annamitique avec le synclinal du Nam Ka Dinh.

Dans la région médiane, aucune fracture ne se montre à ce contact. (Nous devons dire cependant, que la cassure marginale, intéressant la nappe et le granite, dans la région de Ban Ta Pei Pan, paraît être du même âge que l'accident qui précède, l'absence de trias sur cette ligne de dislocation serait seulement attribuable à l'érosion).

Plus au nord-ouest, au delà de Kam Keut, nous avons vu le paléozoïque de la Cordillère annamitique chevaucher, suivant une cassure, le synclinal du Nam Ka Dinh.

Enfin, toute la bordure du Phou Sao, qu'elle soit dans l'aire d'ennoyage de la dépression du Nam Hung ou dans la région cristalline qui s'étend du Nam Muon au Nam Sane, déborde le synclinal du Nam Ka Dinh. Dans toute cette région, des éléments plus profonds, appartenant aux parties les plus basses de la couverture post-hercynienne, sont coincés en anticlinaux étroits, le long ou à peu de distance du contact.

On peut donc dire, d'une façon générale, qui ne paraît admettre d'exception que pour la région calcaire située au sud-ouest de Qui Dat, que le contact de la Cordillère annamitique et du synclinal du Nam Ka Dinh se fait suivant une cassure correspondant à un plan de chevauchement, qui fait déborder la région déprimée du Nam Ka Dinh par la Cordillère annamitique.

2°) *Le synclinal du Nam Ka Dinh.*

Dans sa partie sud-est, le synclinal du Nam Ka Dinh comprend deux plis synclinaux, l'un de trias, au nord, l'autre de calcaires ouralo-permiens, au sud, limitant un anticlinal de grès et de schistes du dévonien.

Ces plis, réunis en un faisceau convergeant à l'ouest, moulent le bord méridional du massif cristallin de Dong Hoi. La branche sud de cette virgation est tangente à l'anticlinal du Nam Hin Boun.

Au nord-ouest, à la traversée du massif de calcaires ouralo-permiens de la dépression du pays de Qui Dat, le bombement médian de cette dépression, en enlevant toute la partie secondaire de la couverture, ne permet pas de se rendre compte du passage du synclinal.

Au sud du col de Meu Gia, la masse isolée des terrains secondaires du Phou Et Va marque le passage du synclinal. Nons arrivons ainsi à la région *des plis du Nam Ka Dinh*. C'est, nous l'avons vu, un système de plis généralement peu importants qui débute, dans la partie la plus élevée du bassin du Nam Theun, par un petit anticlinal bordé de deux larges synclinaux venus, l'un du sillon du Rao Cay, au nord-est ; l'autre du Phou Et Va, à l'est-sud-est.

Tant qu'ils passent entre la région massive de la partie cristalline de la nappe hercynienne et la partie déprimée et largement convexe au sud-ouest du bourrelet anticlinal du Nam Hin Boun, ces plis sont peu accusés. Plus loin, un resserrement des horst au sud de Napé en les comprimant énergiquement, fait jaillir les calcaires ouralo-permiens du Pha Muong à la clé de voûte de l'anticlinal médian. Dès ce moment, le faisceau plissé du Nam Sane commence à se former. Ses plis peu accentués d'abord, comprennent surtout des ondulations, avec, au sud-ouest, quelques plis légèrement déversés dans cette direction. C'est ainsi qu'il franchit la dépression du Nam Hung,

dans laquelle l'ennoyage du bourrelet anticlinal du Nam Hin Boun permet à ses plis de s'approcher à peu de distance du Mékong.

Au nord-ouest, le retour du môle près de la surface, et son rapprochement du géanticlinal du Phou Sao produit un serrage énergique, qui amène la formation d'une système de plis écrasés verticalement au nord, et couchés presque horizontalement au sud.

Des surfaces de décollement existent dans cette région, l'une d'elles, intéressant le contact du paléozoïque et du trias, s'observe dans la petite ligne de collines situées à l'ouest de Ban Van Hom, sur le Nam Choi, où elle est mise en évidence grâce à l'interposition de roches vertes du groupe des ophites.

3°) *Le bourrelet anticlinal du Nam Hin Boun.*

Le bourrelet anticlinal du Nam Hin Boun, est une large ride hercynienne, dont l'importance paraît être considérable.

Au nord-ouest, il semble se relier à la masse du Phou Bia, d'où proviennent des échantillons de granites recueillis par les officiers du Service Géographique. Au sud-est, les travaux récents de M. Bourret [9] permettent de le raccorder à la région cristalline de Tchépone et, de là, avec plus de doute, à celle de Tourane. Nous croyons plutôt, en effet, que les granites de Tchépone, s'ennoyent vers l'est dans la région de Quang Tri, et que ceux qui sont situés au sud de Hué, appartiennent à un autre môle ; peut-être ont-ils percé à travers l'avant-pays hercynien.

Les premiers sont d'ailleurs monzonitiques, tandis que ceux de Tourane sont très acides.

Compris ainsi, ce bourrelet aurait une longueur supérieure à 500 kilomètres, dont 300 sont situés entre les limites des régions que nous avons explorées.

Les témoins de trias et de grès supérieurs des aires d'ennoyage, correspondant aux prolongements sud-occidentaux des dépressions du pays de Qui Dat et du Nam Hung, étant mis à part, nous savons déjà que cet anticlinal est constitué par du dévonien et du tournaisien plissés avec, en couverture, une très épaisse série de terrains anthracolithiques horizontaux, ou faiblement ondulés. Des granites, généralement monzonitiques, et des diorites percent le substratum plissé et le revêtement jusqu'au moscovien. Nous les connaissons seulement dans la vallée du Nam Pha Tène et aussi dans celle du Nam Sane ; dans cette dernière région, ce sont des microgranites de bordure.

Cette ride a donc bien son origine à l'époque anthracolithique. Nous verrons dans les conclusions, que sa disposition anticlinale existait déjà au viséen.

Après l'anthracolithique inférieur, les seules dislocations qui ont affecté ce horst sont des fractures surtout marginales et des ondulations.

Dans la Chaîne annamitique et dans la vallée du Nam Tsé, des cassures importantes de son flanc nord ont permis des affleurements du subtratum plissé.

Plus au nord-ouest, nous avons observé partout de nombreuses cassures à rejets insignifiants, disposées parallèlement aux bords de l'anticlinal.

Au delà, il faut s'approcher du bassin du Nam Pha Tène, pour trouver à nouveau d'importantes dislocations. Dans cette région qui constitue un champ de fractures, les dislocations sont de différents âges, elles comprennent trois systèmes correspondant aux trois directions suivantes: nord-ouest, nord-est et nord. L'une d'elles, la faille du Pha Bo Neng, de direction nord-ouest, est anté-ouralienne ; il est possible qu'elle soit en relation avec la montée du granite. Les intrusions de roches microgrenues: microdiorites et microgabbros, de même que la production de la fumerolle stannifère, à laquelle serait dû le minerai d'étain, sont probablement en relation soit avec la formation, soit avec le rejeu de ces cassures.

Au-delà de la vallée du Nam Pha Tène et jusqu'au Nam Sane, le bourrelet du Nam Hin Boun est limité par des cassures. La plus importante, celle du bas Nam Ka Dinh, est probablement postriasique comme la majorité des accidents qui se sont produits après l'anthracolithique, mais elle a rejoué après le dépôt des grès supérieurs salifères.

4°) *La plaine synclinale du Mékong.*

La plaine synclinale du Mékong et la région qui lui fait suite vers le sud-est, dans la direction de Hué, affectent l'allure d'une zone tranquille, effondrée, par endroits, en contre bas du bourrelet du Nam Hin Boun.

Cette région, qui correspond à un synclinal, se situe peut-être entre la chaîne hercynienne et son Avant-pays dont la limite orientale, dans ce cas, passerait à peu de distance, au sud-ouest et au sud, sur le Siam, puis au Laos et en Annam dans les régions de Saravane et de Hué (voir à ce sujet la carte géologique de M. Bourret jointe à l'ouvrage précité) [9] où le secondaire serait à peine ondulé et les grès supérieurs horizontaux.

CHAPITRE II

LA CORDILLÈRE ANNAMITIQUE

Nous avons déjà parlé de cette partie de l'édifice hercynien qui en est la plus importante, elle coupe obliquement l'Indochine depuis le plateau Meo du Tran Ninh, au nord-ouest, jusqu'au Quang Binh, au sud-est. Nous avons vu aussi que, dans l'ensemble, cette Cordillère coïncidait avec le faîte hydrographique entre Xieng Khouang et le col de Meu Gia.

Transversalement, la Cordillère comprend deux parties principales ou géanticlinaux : le géanticlinal externe ou du Phou Sao, à l'ouest, et le géanticlinal interne ou du Phou Lai Leng, à l'est. Ces deux éléments se moulent l'un sur l'autre. Le synclinal qui devait les séparer n'est bien visible qu'au nord-ouest, dans la vallée du Nam Mo, et avec plus de doute au sud-est, dans celle du Rao Nay.

Le géanticlinal du Phou Sao comprend des noyaux granitiques généralement massifs, qui percent des terrains le plus souvent antérieurs à l'anthracolithique. Dans le géanticlinal du Phou Lai Leng les granites sont plutôt disposés en lames qu'en massifs, ils percent aussi bien les terrains antérieurs à l'anthracolithique, que la base de l'anthracolithique lui-même. Ce géanticlinal fut par excellence le lieu d'élection des épanchements de porphyres quartzifères (microgranites et rhyolites).

Dans sa longueur, la Cordillère est sectionnée par deux ensellements : *la dépression de Qui Dat* au sud-est, et *celle du Nam Hung*, au nord-ouest. Ces ensellements, de même que le synclinal médian des vallées du Nam Mo et du Rao Nay, recèlent des lambeaux, souvent importants, de la couverture anthracolithique et triasique.

Le géanticlinal du Phou Sao, peu affecté par les mouvements secondaires, privé de couverture post-hercynienne sur ses parties cristallines et possédant une couverture très érodée dans ses parties déprimées, nous a donné des renseignements intéressants sur les mouvements hercyniens. Ceux-ci, placés dans le cadre que nous a fourni la stratigraphie, sont assez bien déterminés maintenant : ils se placent entre le dévonien supérieur et l'ouralien. Leurs plis, encore bien visibles dans le pays de Qui Dat et dans la partie occidentale de la dépression du Nam Hung, sont dirigés nord-ouest, ou nord 60° ouest et regardent au sud-ouest. La partie qui sépare ces deux régions, est occupée par une nappe qui comprend des terrains cristallins et du siluro-dévonien. Cette nappe repose sur le dévonien autochtone ; les contacts peuvent se voir dans la Chaîne annamitique, sur le sentier de Ban Theun à Trung Thanh et dans le Muong Kam Keut. Cette nappe supporte le viséen. Dans le Pays de Qui Dat, des recouvrements moins importants se placent entre le viséen et l'ouralien.

Les mouvements secondaires ont peu intéressé le géanticlinal du Phou Sao ; ils se sont surtout traduits par des torsions, par l'exagération des ensellements, par des cassures et par la formation d'arcs dans le Pays de Qui Dat.

Le géanticlinal du Phou Lai Leng, en grande partie revêtu d'une couverture de grès schisteux anthracolithiques, a été entièrement repris par les mouvements secondaires. Ces mouvements, qui ont plissé toute la couverture post-hercynienne, ont encore exercé leur action sur les terrains plus anciens ; il s'est formé ainsi des arrachements, des écailles, des chevauchements, des cassures et des torsions. L'intensité de ces mouvements est allée en décroissant du nord-est au sud-ouest et du nord-ouest au sud-est. Ils sont donc beaucoup plus accusés aux abords de la vallée du Song Ca que partout ailleurs.

Dans les pages qui vont suivre, nous ne séparerons que très rarement l'étude des mouvements hercyniens de celle des mouvements secondaires ; de même que nous ne ferons pas d'études régionales détaillées, trop d'éléments nous manquent pour cela. Nous nous en tiendrons donc à la description des faits nécessaires pour faire comprendre la structure des différents parties de la Cordillère annamitique. C'est avec ces directives que nous verrons successivement :

A. — Les dislocations du Pays de Qui Dat.
B. — La structure du Cammon septentrional.
C. — La partie cristalline de la nappe anté-viséenne.
D. — La structure de la vallée du Nam Mo et de la région de Muong Moc.
E. — Les caractères structuraux des massifs côtiers du Hatinh et de la Porte d'Annam et les fractures du Rao Nay et du Huong Khé.
F. — Les décollements avec chevauchements à la bordure nord-orientale de la Cordillère entre la dépression du Nam Hung et Vinh.
G. — La structure d'ensemble de la Cordillère annamitiqne.

A. — Les dislocations du Pays de Qui Dat

Le Pays de Qui Dat est un tronçon déprimé du géanticlinal du Phou Sao ; il est situé entre le massif cristallin de Dong Hoi et la nappe anté-viséenne. Une fracture très importante, située le long du Rao Nay, le sépare, au nord-est, du massif de la Porte d'Annam. Au sud-ouest, une épaisse couverture de calcaires anthracolithiques le relie au synclinal du Nam Ka Dinh. La topographie y relève une disposition en arcs convexes au sud-ouest, que la structure géologique confirme. Enfin deux dépressions, occupées partiellement par des sédiments triasiques et disposées de chaque côté du pays, dans la vallée du Rao Cay et dans celle d'Hang Rao, donnent à cette région l'allure d'une voûte limitée par deux synclinaux plutôt que celle d'un ensellement. Cette disposition, de même que la disposition en arcs du plan, est due aux mouvements secondaires.

Nous allons donc commencer par dire quelques mots sur les dislocations secondaires et, en particulier, sur les sillons d'Hang Rao et du Rao Cay, puis nous passerons aux plissements hercyniens.

a) *Les dislocations secondaires.*

Ces dislocations ont amené le rétrécissement de la surface hercynienne du Pays de Qui Dat suivant la direction des plis. Il en est résulté la formation en profil longitudinal d'une voûte surbaissée, limitée par deux étroits sillons en bordure des môles cristallins.

Ce rétrécissement, qui ne peut avoir pour cause que le rapprochement des masses cristallines situées au nord-ouest et au sud-est du Pays de Qui Dat, s'est traduit, en plan, par l'incurvation des lignes directrices qui ont pris une disposition en arc convexe au sud. Au nord et à l'est de cette région, l'éloignement des mâchoires cristallines ayant diminué ou annulé la compression, les plis hercyniens se sont échappés de la zone de serrage en conservant leur direction primitive à l'est contre la bordure nord du massif de Dong Hoi, cependant qu'au nord, la nappe anté-viséenne et son support exerçant un dernier effort, il se formait un petit arc faiblement tendu, dans la vallée supérieure du Ngan Sau.

A ces actions est venue, à peu près à la même époque, s'en ajouter une autre très énergique, dirigée au sud-ouest, qui s'est traduite par la compression des plis hercyniens parallèlement à l'allongement de la Cordillère et par la formation d'ondulations et même de plis dans la couverture ouralienne ; ces plis sont surtout accentués aux abords de la vallée du Rao Nay.

Nous allons laisser pour le moment ces derniers plissements, dont nous aurons l'occasion de reparler en même temps que des dislocations hercyniennes, avec lesquelles ils sont liés. Nous nous occuperons seulement des sillons d'Hang Rao et du Rao Cay que leur direction, indépendante de celle des plis anthracolithiques, nous oblige à traiter à part.

1° — LE SILLON D'HANG RAO

C'est à la faveur de ce sillon qu'a été creusée la dépression que suit la piste qui permet de se rendre du village de Phong Nha, sur la rivière de Troc, au pays Kha de Co Roong.

La partie nord du sillon d'Hang Rao ne paraît pas être marquée autrement que par un ensemble de canalisations souterraines grossièrement parallèles, forées dans les calcaires ouralo-permiens, et qui drainent les eaux de la région d'Hang Rao vers celle de Phong Nha.

Dans la partie qui suit, et sur plus de 10 kilomètres de longueur, ce sillon est bien indiqué par un affleurement de trias allongé vers le sud-sud-ouest, depuis la petite plaine de grès dévoniens et de lydiennes viséennes, située au nord de la grotte d'Hang Rao. Ce lambeau de trias, constitué par de grandes épaisseurs de poudingues avec grès et d'un peu de terrain rouge, est disposé en synclinal faillé dans le sens de sa longueur ; à l'est, il vient buter suivant un plan vertical, contre la masse des calcaires anthracolithiques d'Hang Rao. Ce contact n'est autre que la plus importante fracture de la région, elle se suit au sud jusqu'au trias du pays Kha de Co Roong.

Nous allons voir que cet accident se présente, suivant les points, de façons un peu différentes, bien qu'il y ait lieu d'admettre que le compartiment affaissé se tienne toujours sur sa lèvre occidentale. Au sud d'Hang Rao, les grès triasiques viennent buter contre les calcaires ouralo-permiens, suivant un plan fortement incliné vers l'est, par l'intermédiaire d'une brèche de friction calcaire, que le sentier suit sur plus de cent mètres de distance longitudinale. *Ce renversement de la fracture, qui fait chevaucher le synclinal triasique par des calcaires anthracolithiques, fait songer à des refoulements dus à la résistance au mouvement vers l'est opposé par le massif de Dong Hoi.*

Entre temps, depuis Hang Rao, le sentier recoupe plusieurs cassures parallèles entre elles et parallèles à la fracture principale. Le trias y vient indistinctement au contact de l'ouralo permien, des lydiennes dinantiennes et des schistes et grès plissés du dévonien. La raison de ces contacts n'est pas due, comme on serait porté à la croire, à de grandes dénivellations entre les compartiments de la région cassée, elle se trouve dans l'existence, avant la transgression triasique, d'une surface d'érosion importante qui contenait en affleurement la série paléozoïque plissée et le carbonifère de sa couverture. Cette surface d'érosion qui, transversalement, n'avait qu'une étendue très restreinte, puisqu'elle est comprise entre deux hautes murailles de calcaires ouralo-permiens, est probablement l'indice de l'existence de cette cassure antérieurement au trias ; celle-ci n'aurait fait que rejouer depuis, mais en sens inverse.

En poursuivant vers le sud, après la disparition du trias, un relèvement axial ne tarde pas à faire apparaître une longue dépression occupée uniquement par les lydiennes viséennes avec rares intercalations calcaires du dinantien tout à fait supérieur (?) Ces formations, peu plissées, sont encore assez fortement touchées par la cassure principale d'Hang Rao. En un point, la cassure, dirigée nord-sud et inclinée de 50 à 60 degrés à l'est, fait chevaucher les lydiennes entre elles ; au contact s'observent des parties plissées et discordantes (voir photo D, Pl. VIII).

Plus au sud, la cassure principale d'Hang Rao paraît rejoindre, en s'infléchissant à l'ouest, celle qui sépare, à l'est, la région paléozoïque d'Hang Rao, au nord, de la région triasique du pays Kha de Co Roong située plus au sud, et se réunir ainsi à la petite virgation de la terminaison orientale du synclinal du Nam Ka Dinh (voir carte structurale n° 3).

En somme, le sillon d'Hang Rao n'est donc pas à proprement parler une dépression synclinale, c'est bien plutôt un sillon étroit et faillé.

Sa formation est partiellement anté-triasique à moins qu'elle ne date du début du trias. Ce fut d'abord une sorte de détroit qui faisait communiquer les mers triasiques de l'Annam et du Laos ; l'abondance des poudingues y est probablement l'indice de sa faible profondeur.

Ce sillon, sans doute un peu plus large au trias, s'est resserré plus tard sous l'influence de pressions venues du nord-ouest, puis s'est cassé à nouveau ; ensuite, les pressions devenant de plus en plus énergiques, il s'est produit une inversion de la cassure qui a sans doute sa cause dans la résistance au mouvement opposé par le massif cristallin de Dong Hoi. C'est ainsi que se serait produit, dans la cassure principale, le chevauchement de la lèvre occidentale affaissée, par la lèvre orientale.

2° — LE SILLON DU RAO CAY

Ce sillon suit une ligne incurvée qui peut être divisée du sud au nord en deux tronçons : le tronçon méridional, dirigé nord-ouest, passe au pied est du Phou Et Va et rejoint de là le col de Meu Gia ; le tronçon septentrional, dirigé nord-sud, suit, depuis le col de Meu Gia, les vallées du Khe Cha Le et du Rao Cay.

Dans la vallée du Rao Cay, c'est une dépression synclinale qui continue, au nord, l'un des deux synclinaux qui se sont formés après le trias dans le grand synclinal du Nam Ka Dinh.

Dans la vallée du Khe Cha Le et plus au sud et au sud-est, ce sillon correspond à une flexure plus ou moins cassée parallèlement à sa direction et tangente à la fois au synclinal précédent et à celui du Phou Et Va qui fait aussi partie des plis secondaires du Nam Ka Dinh (voir page 227 et suiv.).

Voici maintenant deux coupes de cette dépression qui feront voir de quelle manière se présente chacun de ces deux tronçons sur le terrain.

a) Coupe passant par le col de Meu Gia.

Cette coupe dirigée ouest-est, du Phou Ac au Phou Xang, recoupe la partie supérieure de la vallée laotienne du Nam Heu, l'arête du col de Meu Gia et une petite cuvette située à l'est du col et non figurée sur la carte au 1/100.000.

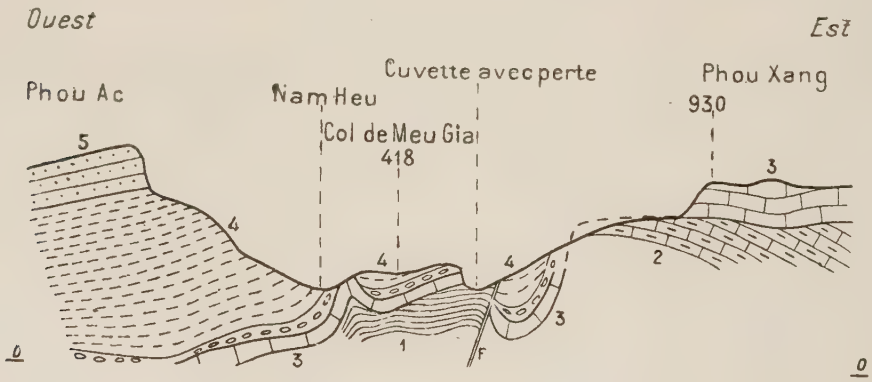


Fig. 29. — *Coupe passant par le col de Meu Gia*
Echelle : 1/40.000

Légende : 1. Dévonien ; 2. Dévonien supérieur gréseux ; 3. Ouralo-permien ; 4. Poudingues et terrain rouge du trias ; 5. Grès supérieurs ; F. Faille.

Nous décrirons la coupe en partant de l'ouest.

La masse du Phou Ac, couronnée, entre 900 et 1.200 mètres d'altitude, par des tables de grès supérieurs légèrement inclinées à l'ouest, est constituée surtout par du terrain rouge triasique qui descend jusqu'auprès du lit du Nam Heu (cote 370 environ). A la base de cette formation, se voient quelques poudingues triasiques à gros éléments de quartz, qui viennent se redresser sur la rive gauche de cette rivière contre une lame presque verticale de calcaires à fusulinidés. Ces calcaires, constituent deux ressauts assez importants sur le versant sud du col de Meu Gia ; au nord-nord-est, ils sont directement au contact des argiles rouges du trias qui forment les petites collines de l'arête du col.

En poursuivant vers l'est, à partir du col de Meu Gia, on quitte les argiles rouges pour de rares poudingues, puis on arrive sur les calcaires ouralo-permiens qui forment la paroi occidentale, abrupte, d'une petite cuvette. Ces calcaires, qui paraissent légèrement inclinés vers l'ouest, reposent sur une série de grès, avec schistes à encrines, qui sont vraisemblablement dévoniens. Plus à l'est, une cassure dirigée à peu près nord-sud amène le terrain rouge directement au contact de ce paléozoïque sans interposition de poudingues, ni de calcaires. Nous n'avons pas vu comment se termine ce trias sur les pentes inférieures du Phou Xang, constitué ensuite jusqu'à plus de 700 mètres d'altitude par des grès du dévonien supérieur, et que terminent, en ce point, environ 200 mètres de calcaires ouralo-permiens.

L'écoulement des eaux recueillies par la cuvette située à l'est du col de Meu Gia se fait souterrainement sous les calcaires de sa paroi occidentale, près du contact de ces calcaires avec le dévonien.

Des observations qui précèdent, on peut donc bien conclure à l'existence d'une flexure sur l'emplacement du col de Meu Gia. Cette flexure, qui peut atteindre près de mille mètres de dénivellation sur une distance de 2 kilomètres, est affectée d'un pli synclinal avec cassure, suivi vers l'ouest d'une sorte d'anticlinal replissé. Les actions qui ont causé la formation de ces plis au sein même de la flexure ont été assez énergiques pour produire un certain laminage et la suppression des poudingues à l'ouest du col de Meu Gia. Cette flexure qui intéresse le trias, est donc bien postriasique. Cependant nous attirerons, dès à présent, l'attention sur la faible épaisseur des calcaires ouralo-permiens dans les environs du col de Meu Gia. Il est, en effet, de toute évidence que cette réduction n'est que très partiellement attribuable aux mouvements secondaires; les calcaires ouralo-permiens se trouvaient réduits à peu près à la même épaisseur au moment du dépôt des poudingues triasiques. Nous savons, en effet, (pp. 151 et 153) que les fusulinidés recueillis de chaque côté du col de Meu Gia (*Fusulina Japonica* Gumb. *Fusulina granum avenae* Schell. et *Fusulina Douvillei* Col.), le long de la flexure, appartiennent seulement à l'horizon à *Schwagerina princeps* et à celui à *Doliolina lepida* ; c'est-à-dire à l'ouralien supérieur et à l'artinskien, ce qui montre :

1°. — que la transgression ouralienne dans cette région n'est pas antérieure à l'ouralien supérieur.

2°. — que la disparition des couches postérieures à l'artinskien est due à l'érosion post-permienne.

Enfin, le développement considérable des calcaires anthracolithiques à l'est du Phou Xang semble montrer que l'érosion post-permienne qui s'est exercée avec intensité dans la dépression du col de Meu Gia, eut une action beaucoup plus faible de ce côté.

Cet état de chose s'explique aisément si l'on admet que la flexure de Meu Gia se trouve sur l'emplacement d'une cassure anté-triasique disposée inversement, c'est-à-dire le compartiment affaissé étant situé à l'est, au lieu d'être à l'ouest.

On comprend, que par suite de cette disposition, la région orientale protégée de l'érosion par sa situation ait été moins érodée que la région occidentale restée en hauteur.

Cet accident répète celui de l'Houei Cho dont nous avons eu l'occasion de dire quelques mots en faisant l'étude des dépôts triasiques du faciès bas-laotien. Comme lui, il est dirigé nord-sud, de même qu'il est post-permien.

b) Coupe passant par Muong Bam.

Cette coupe a été établie d'après les renseignements que nous avons recueillis :

1° — sur le sentier de B. King à X. Quat et sur celui de Ban Sone à Muong Bam (dans sa partie nord-ouest).

2° — dans les environs de Muong Bam.

3° — dans le lit du Rao Cay, sur l'ancien sentier, puis sur la nouvelle route de Bai Dinh à Thanh Lang.

4° — sur le sentier de Bai Dinh à Tan Yen Xa.

5° — sur celui de Bai Dinh à Ma Rai.

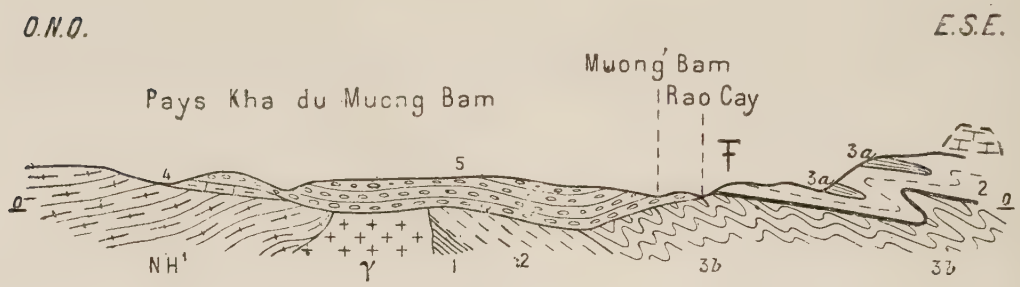


Fig. 30. — *Coupe passant par Muong Bam.*

Echelle : 1/200.000

Légende : 1. Dévonien ; 2. Dévonien supérieur ; 3a. Carbonifère inférieur du pays de Qui Dat ; 3b. Carbonifère inférieur du Rao Cay (Grès et schistes violets) ; 4. Calcaires noirs avec lydiennes probablement viséennes ; 5. Poudingues et terrain rouge du trias ; NH¹ Partie cristalline de la nappe hercynienne ; γ. Granite.

A Muong Bam même, le substratum du trias est constitué par une série érodée et discordante qui ne comprend ici aucun terme plus récent que le dinantien, lui-même très réduit. L'ouralo-permien, assez bien développé à l'est, dans le Pays de Qui Dat, ne se retrouve plus; son existence est cependant attestée par la présence de galets de calcaires à fusulinidés dans les couches inférieures des poudingues de base du trias (voir à ce sujet la coupe du trias de Muong Bam, page 168).

Le trias, comprenant surtout du terrain rouge avec, à sa base, quelques lits de poudingues, le plus souvent à gros éléments de quartz, dessine un large synclinal, affecté à l'est d'une dépression plus accusée. En poursuivant vers le nord, cette dépression, ou sillon du Rao Cay, subsiste seule, en même temps que les calcaires ouralo-permiens de la rive droite du Rao Cay, qui se tenaient sous le parallèle de Muong Bam, à une assez grande hauteur, descendent progressivement, en se rapprochant du lit de la rivière, sans pour cela passer sur sa rive gauche.

Plus au nord, les plis hercyniens de direction nord-ouest, exagérés par des compressions latérales, interrompent la dépression secondaire du Rao Cay dont on ne voit plus de trace.

L'absence très générale des calcaires sous le trias du sillon du Rao Cay, semble indiquer que cette dépression s'est établie, tout comme la flexure du col de Meu Gia, à la suite du jeu en sens inverse d'une ancienne cassure d'âge post-permien. Cette cassure et celle située plus au sud ne seraient qu'un même accident dont la formation aurait amené l'effondrement, après le permien, de toute la région orientale, c'est-à-dire ae tout le pays de Qui Dat. Peut-être même ce rejeu ne serait que le second, un premier ayant pu se produire au moment de la transgression triasique, ce qui expliquerait l'absence générale du trias sur le pays de Qui Dat.

En somme, le sillon du Rao Cay est un pli synclinal nord-sud, issu des plis secondaires du Nam Ka Dinh et suivi, au sud et au sud-est, par une flexure qui fait le raccord entre lui et le pli également synclinal du Phou Et Va. Le triangle formé par la flexure et les deux synclinaux du Rao Cay et du Phou Et Va est occupé par le petit coin anticlinal de calcaires anthracolithiques, situé au sud du col de Meu Gia.

Le sillon du Rao Cay jalonne sans doute une ancienne fracture post-permienne qui aurait effondré la région située sur sa lèvre orientale, c'est-à-dire le Pays de Qui Dat. *Il serait dû à des rejeux de cette cassure sous l'influence de poussées venues du nord-est. Ces mouvements auraient déterminé une inversion de la cassure, c'est-à-dire la surélevation du pays de Qui Dat, primitivement affaissé.* Cette surélévation, nulle dans les environs de X. Cuc, aurait pris progressivement plus d'importance vers le sud et le sud-est ; entre le col de Meu Gia et la région située à l'est du Phou Et Va, la grandeur de la dénivellation serait de l'ordre de 900 mètres.

L'époque de ces rejeux et des plis qui les ont accompagnés se place sans doute entre le début de la transgression triasique et la fin du trias ; il n'est pas possible de dire s'ils se sont continués pendant le rhétien.

b) *Les dislocations hercyniennes.*

Le pays hercynien de Qui Dat, avec sa couverture ouralo-permienne et sa disposition en arcs d'âge secondaire, se présente, au point de vue orographique, comme une suite de chaînes de collines peu élevées et parallèles. Ces collines sont essentiellement constituées par des grès durs ; elles ont leur convexité et les pentes les plus inclinées de leurs versants tournées au sud-ouest.

Pressées les unes contre les autres aux extrémités nord-ouest et est du pays, elles s'écartent dans la région médiane pour laisser la place à des plaines étroites, parsemées de villages et de cultures, d'où émergent les silhouettes étranges de rochers, témoins d'un important revêtement de calcaires ouralo-permiens aujourd'hui disséqué par l'érosion. Ces plaines, qui montrent leur soubassement de schistes, de grès ou de lydiennes, sont souvent recouvertes par un léger manteau de latérite.

En approchant du sud-ouest et du sud, la couverture de calcaires anthracolithiques prend peu à peu plus de continuité jusqu'au moment où elle constitue un revêtement compact qui masque toutes les autres formations paléozoïques. C'est ainsi que disparaît le pays hercynien de Qui Dat au sud du parallèle de Meu Gia.

La disposition topographique du pays de Qui Dat n'est que la traduction fidèle de sa structure géologique. Chaque ligne de collines correspond à un pli anticlinal ou à une lame de grès du dévonien supérieur, de même que chaque plaine est établie dans une dépression synclinale, ou sur l'emplacement d'une cuvette occupée par un lambeau de recouvrement.

La structure hercynienne de cette région peut se résumer : *un faisceau de plis déjetés à l'ouest, au sud-ouest et au sud et recouverts par d'autres plis couchés, étirés et charriés.* Les racines de ces petits charriages situées sur la rive gauche du Rao Nay sont séparées des lambeaux de recouvrement par la fracture post-hercynienne du Rao Nay qui fait chevaucher la bordure orientale du pays de Qui Dat par la région granitique et paléozoïque des massifs côtiers du Hatinh et de la Porte d'Annam.

Les mouvements qui ont provoqué ce chevauchement se sont propagés vers le sud-ouest sous forme de plis et surtout d'ondulations qui se suivent facilement parce qu'ils ont affecté la couverture ouralo-permienne de ce pays.

Pour faciliter la description de cette région nous avons dressé la petite carte ci-après à l'échelle du 1/80.000 qui supplée partiellement à l'insuffisance de détails de notre carte d'ensemble. Dans cette étude, nous procéderons comme précédemment à partir de l'est, ce qui, étant donnée la structure de ce pays, nous permettra de passer progressivement de la région littorale, relativement très simple, à des régions de plus en plus compliquées, au fur et à mesure que nous nous avancerons vers le nord-ouest.

Le pays de Qui Dat débute, entre Badon et le cristallin de Dong Hoi, par deux arêtes de grès durs et ferrugineux qui recoupent le littoral au nord de Ly Hoa, suivant une direction est-ouest ou nord 85° est. Les grès,qui plongent dans les deux arêtes de 30° à 55° au nord, sont découpés presque horizontalement par des filonnets de quartz dirigés au nord-est. Une dépression probablement synclinale, séparant les deux arêtes gréseuses, est occupée par des dépôts latéritiformes et sans doute aussi par de la limonite ancienne.

En allant vers l'ouest, des affleurements de grès, disposés dans de petites éminences au sud du parallèle de Ly Hoa, constituent la base du revêtement sédimentaire du massif granitique de Dong Hoi, sur lequel ils s'appuient le plus souvent par l'intermédiaire de micaschistes à biotite.

Plus loin vers l'ouest, d'autres rides de grès protégés de l'érosion qui les avait fait disparaître dans la région littorale, s'ajoutent pour former, avec quelques dépressions schisteuses, le pays de collines parallèles, presque entièrement déboisé et très peu peuplé qui s'étend sur la rive gauche de la rivière de Troc. On remarquera que dans cette région des mouvements postérieurs à l'anthracolithique ont amené la formation d'arcs peu accusés, convexes au sud, qui viennent s'appuyer tangentiellement au sud-est contre le cristallin de Dong Hoi et au sud-ouest contre la bordure des calcaires anthracolithiques du Ke Ngat, cependant que certaines branches filent sous l'ouralo-permien du Ke Ngat parallèlement à la bordure du massif de Dong Hoi.

Voici la coupe que nous avons relevée dans cette région, entre le cristallin au nord-est de Co Giang, sur la rivière de Troc, et la vallée du Rao Nay, près de Bien Lé.

a) *Coupe entre la rivière de Troc et le Rao Nay.* (Pl. II, fig. 4.)

Au sud de Co Giang, le sentier de Lang Bong Lai recoupe les grès violacés du dévonien supérieur qui viennent s'appuyer sur des micaschistes pourris, coupés par des filons de pegmatite à tourmaline. Le contact, qui se fait en direction sud-ouest, est incliné de 40° au nord-ouest.

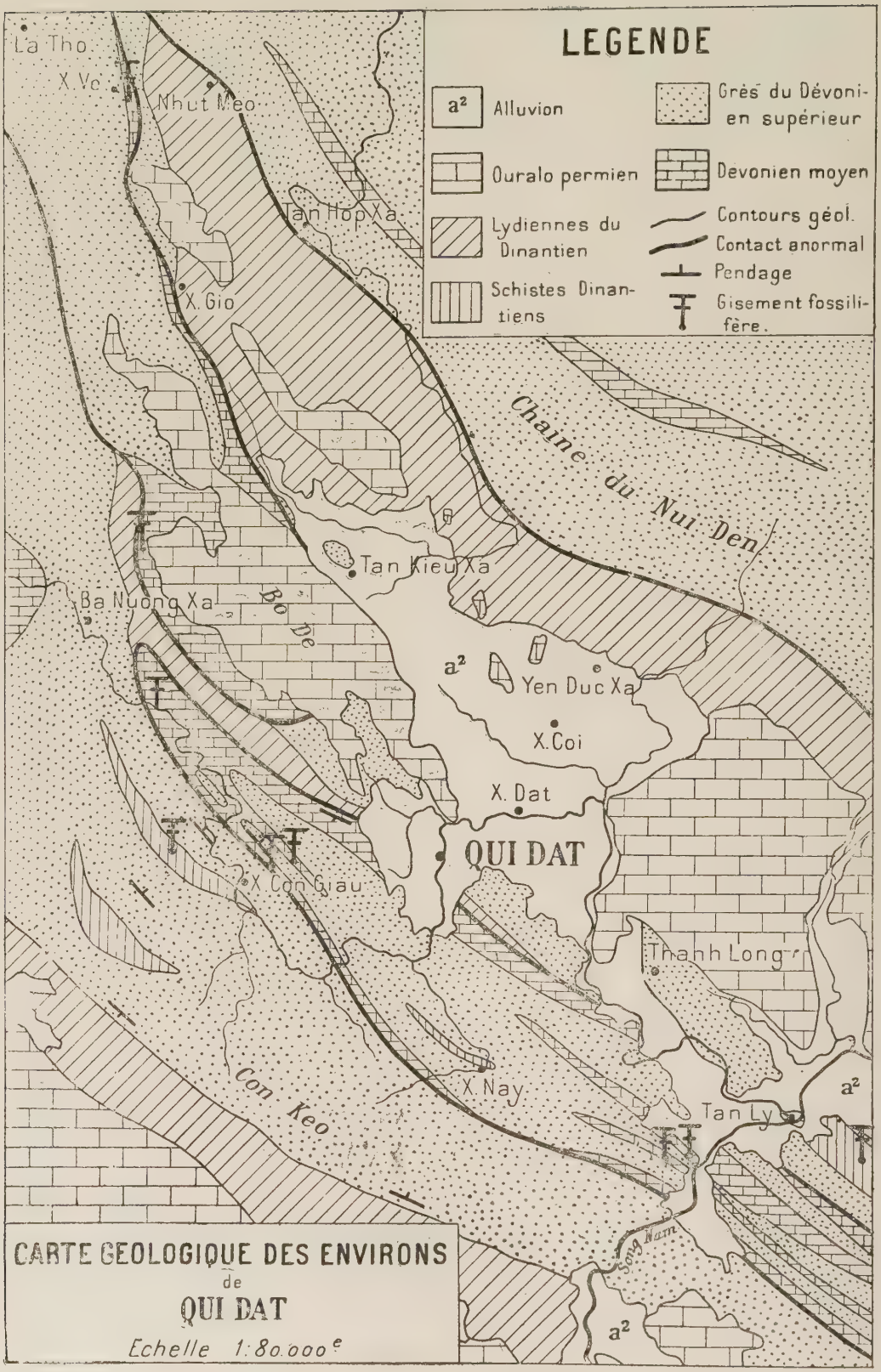
Dans la plaine de Co Giang, ces grès paraissent s'enfoncer sous des schistes, avec quartzites ferrugineux lités en couches minces, lithologiquement très voisins des lydiennes ; on peut en voir un petit témoin au sud même du village.

Après avoir traversé la rivière de Troc, les grès du dévonien reparaissent et leur pendage dépasse 50° au nord ; leur présence coïncide alors avec l'existence d'une petite chaîne de collines qui forme des sommets de 200 mètres en moyenne. L'épaisseur de cette bande varie un peu autour de 800 mètres. Au nord, viennent, au-dessus, de nouveaux schistes gris et violacés avec parties plus gréseuses. Ces schistes, qui sont placés dans une sorte de cuvette entre les grès du dévonien et qui, par endroits, à l'ouest, contiennent des intercalations plus siliceuses voisines des lydiennes, tout comme ceux de Co Giang, seraient dinantiens. Ce sont eux qui constituent en grande partie le substratum des calcaires ouralo-permiens du Ke Ngat.

Avant d'aller plus loin, nous mentionnerons un contact intéressant, à l'ouest de de Dong Nghe, un peu à gauche du chemin qui mène de ce village à Cay Lim.

Ce point coïncide avec un léger rebroussement des lignes directrices hercyniennes sous l'influence *de poussées énergiques venues du nord-ouest* ; dans l'angle de rebroussement, dirigé au nord, les calcaires ouralo-permiens de la bordure nord du grand massif du Ke Ngat sont poussés au sud par les grès du dévonien supérieur ; le contact presque vertical se fait par l'intermédiaire d'un filon de quartz et de fer. Cette zone d'écrasement se suit transversalement au nord, sur près de trois kilomètres ; sur son trajet, les plis hercyniens sont énergiquement comprimés et montrent des cassures verticales quelquefois métallisées (cuivre), tandis que de chaque côté, à l'ouest et à l'est, ils s'éloignent en divergeant.

Après cette courte digression, revenons à notre coupe. Les schistes dinantiens passés, on pénètre dans une zone gréseuse qui se suit jusqu'à la plaine de Tam Trang, avec quelques étroits synclinaux de schistes dinantiens gris, rosés ou violacés ; l'un de ces affleurements schisteux nous a donné quelques lamellibranches absolument indéterminables.


LEGENDE
a²
Alluvion
Ouralo permien
Lydiennes du Dinantien
Schistes Dinantiens
Grès du Dévonien supérieur
Devonien moyen
Contours géol.
Contact anormal
Pendage
Gisement fossilifère.
La Tho
X. Vo
Nhut Meo
Tan Hop Xa
X. Gio
Chaine du Nui Den
Tan Kieu Xa
Ba Nuong Xa
Bo De
a²
Yen Duc Xa
X. Coi
X. Dat
QUI DAT
X. Con Giau
Thanh Long
Con Keo
X. Nay
Tan Ly
Song Nam
a²
a²
CARTE GEOLOGIQUE DES ENVIRONS
de
QUI DAT
Echelle 1:80.000e

La plaine de Tam Trang serait, d'après nos observations, établie sur une série de grès avec schistes semblables aux schistes et grès de Co Giang. Le pendage de chaque côté est très incliné ; plus incliné en apparence au nord qu'au sud, ce qui nous autorise à admettre la disposition synclinale pour cette cuvette schisteuse.

Plus au nord, on reprend les grès dévoniens. Les pendages se redressent de plus en plus ; après une petite intercalation schisteuse, ils passent au sud, puis de nouveau au nord, de chaque côté d'un affleurement de schistes bariolés ; peut-être a-t-on là une voûte anticlinale avec, à la clé, un peu de dévonien. C'est, semble-t-il, sur le prolongement de ce pli que se placeraient, au nord de la zone d'écrasement de Dong Nghe, des schistes avec calcaires, vraisemblablement dévoniens, coincés entre des grès du dévonien supérieur.

En poursuivant dans la direction de Bien Lé, le sentier se tient presque constamment sur les grès dévoniens jusqu'au pied nord du Ru Ong Cai. Un peu en avant du point où, sur ce parcours, il franchit la Rao Nam, affluent de la rivière de Troc, les grès très écrasés, dynamométamorphisés (séricite), avec traces de calcaires, font penser à des contacts anormaux, peut-être à la terminaison orientale de la petite nappe de recouvrement des parties médianes et occidentales du Pays de Qui Dat.

Plus au nord, les grès dévoniens s'enfoncent, dans la vallée du Rao Nay, sous des calcaires ouralo-permiens laminés qui pendent de 70° au nord-nord-est ; ces calcaires terminent à l'est la longue bande de calcaires anthracolithiques plissés du Rao Nay.

Malgré quelques incertitudes au sujet de l'âge de certains affleurements de schistes, la coupe de Co Giang à Bien Le montre, en résumé, une série isoclinale, déjetée dans sa partie médiane, et probablement faillée un peu au nord de Tam Trang. Cette série serait chevauchée par les grès du Ru Ong Cai qui feraient partie d'une nappe de recouvrement développée plus à l'ouest. Enfin, des calcaires ouralo-permiens laminés viendraient au contact des grès de la nappe, suivant un plan qui pourrait être également un contact anormal.

Le contact de Dong Nghe, de même que celui de l'ouralo-permien du Ru Ong Cai, indiquent l'importance des mouvements secondaires.

En nous déplaçant vers l'ouest, après le petit rebroussement de Dong Nghe, qui marque la terminaison orientale des grands arcs secondaires du Pays de Qui Dat, les plis hercyniens se relèvent momentanément, puis s'abaissent pour pénétrer sous un revêtement de calcaires ouralo-permiens qui prend tout d'un coup une grande importance. Cette arrivée sous la couverture anthracolithique correspond à un changement dans la constitution des éléments stratigraphiques des plis hercyniens. Désormais ces plis comporteront à la fois des terrains beaucoup plus récents, comme les lydiennes viséennes, et d'autres plus anciens ; les premiers en place au-dessous des seconds disposés en lambeaux ou nappes de recouvrement.

Le développement brusque et simultané de ces trois parties : couverture ouralo-permienne, nappes et termes stratigraphiques plus récents en substratum, montre que la conservation des deux dernières est liée à celle du revêtement ouralo-permien, dont l'absence, dans la région orientale, explique peut-être aussi l'absence à peu près générale des lambeaux de recouvrement et des lydiennes du viséen.

Nous ne suivrons pas la fortune des plis hercyniens les plus méridionaux, qui, avec l'allure que nous leur connaissons, peut-être un peu plus déjetés au sud, s'enfoncent,

à l'ouest de Cha Noi, sous les calcaires ouralo-permiens du massif de Lang Gieo. Nous y avons reconnu quelques synclinaux de dinantien avec schistes et lydiennes et, peut-être, dans certaines charnières anticlinales, du dévonien schisteux fossilifère (voir à ce sujet la stratigraphie du dévonien et celle du dinantien).

6) Coupe passant par la plaine de Kim Bang et Kieu Moc Phuong. (Pl. II, fig. 3)

C'est au nord des calcaires de Lang Gieo que les lambeaux de charriage ont conservé leur plus grande importance. Voici la coupe relevée entre le rocher le plus septentrional de ces masses calcaires et le village de Kieu Moc Phuong, dans la vallée du Rao Nay, suivant une direction voisine du nord-est, le long du sentier qui se rend de X. Tham à Dong Tham ; ce dernier village est situé un peu au sud-est de Kieu Moc Phuong.

Les calcaires anthracolithiques de X. Tham sont supportés presque horizontalement par des lydiennes, très plissées et poussées au sud, et par des grès du dévonien supérieur redressés presque verticalement. Le dernier rocher calcaire au nord-ouest de Xom Tham se relève un peu vers le nord au-dessus des grès avec lesquels il se trouve également en contact.

Les grès, qui viennent ici en affleurement dans des collines très basses, constituent, plus à l'est, la chaîne du Nui To ; ils paraissent se relier ainsi à l'anticlinal qui, dans la coupe précédente, supporte directement les grès probablement charriés du Ru Ong Cai.

Au nord de cette bande de grès, qui ne dépasse pas 500 mètres de largeur, on arrive sur une série fossilifère comprenant des calcaires laminés, des schistes généralement noirs et des calcaires avec schistes jaunes et roux, qui contiennent, avec des polypiers, quelques fossiles du dévonien moyen à *Stringocephalus Burtini* et de la base du dévonien supérieur. Cette série plissée, poussée au sud sur d'autres grès dévoniens, supporte elle-même des témoins de ces grès, pincés dans de très petits synclinaux. Par sa position, elle paraît constituer un lambeau de recouvrement conservé au fond d'un synclinal entre deux rides de grès du dévonien supérieur

Plus au nord, après l'arête gréseuse du Nui Bo, le sentier traverse une série surtout schisteuse, comprenant des couches dinantiennes à *Chonetes* cf. *Dalmaniana*, et supportant probablement les lydiennes qui affleurent sous les calcaires ouralo-permiens dans la plaine de Kim Bang, (voir stratigraphie du dinantien page 122 et suiv.) au-dessus de laquelle ces derniers dessinent un synclinal assez accusé. Passée la plaine de Kim Bang, le sentier ne tarde pas à retrouver les grès dévoniens peu dérangés de l'horizontale et supportant les calcaires anthracolithiques, sans interposition de lydiennes ; celles-ci, qui peuvent s'observer en quelques points dans la rivière de Kim Bang et que nous avons vues à l'est s'enfoncer sous les grès dévoniens, seraient donc recouvertes par une nappe de charriage ne comprenant ici que du dévonien supérieur.

Continuant vers le nord, le sentier franchit une première arête de grès, puis arrive, dans un bas-fond, où, à la faveur d'une étroite ouverture, se voit un affleurement de lydiennes au milieu des grès du dévonien ; c'est bien là, semble-t-il, une

fenêtre ouverte dans une nappe, et les grès dévoniens sont donc bien charriés sur les lydiennes du viséen.

Après avoir dépassé la crête du Nui Den, entièrement constituée par des grès dévoniens, ceux-ci se relèvent à nouveau pour laisser percer, dans un autre bas-fond, des schistes gris jaune dont il est difficile de dire l'âge ; ils se mettent dans le prolongement sud-est d'une crête de calcaires dévoniens à anthozoaires qui affleurent sur la route de Qui Dat et dont nous aurons l'occasion de parler bientôt.

Plus loin, le sentier oblique un peu à l'est pour franchir trois petites rides de grès séparées, semble-t-il, par d'étroites bandes de schistes violacés et disposées au fond de synclinaux déversés au sud. Après la dernière arête, les grès sont recouverts par les lydiennes viséennes qui viennent buter par faille contre les granites du Rao Nay. Le contact se fait en direction nord-ouest à la bordure nord-orientale du pays de Qui Dat.

En résumé, la portion du pays de Qui Dat qui s'étend sur la transversale Xom Tham-Kieu Moc Phuong, comprend, à sa base, une série autochtone plissée, dans laquelle se voient en affleurement des grès du dévonien supérieur et un peu de dinantien. Les grandes masses de lydiennes dinantiennes, qui comblent certaines dépressions sont plissées indépendamment des terrains plus anciens; elles sont affectées de plis nombreux et très courts comme si elles avaient été comprimées entre deux mâchoires mobiles en sens inverse, ou bien entre une masse au repos et l'autre en mouvement. Cet ensemble est recouvert par une nappe de charriage hercynienne qui est constituée par du dévonien et du dinantien, y compris les lydiennes. Son front (?) isolé par l'érosion et conservé dans un synclinal, entre des lames de grès, a été replissé sans doute après sa mise en place ; il est essentiellement constitué par du dévonien calcaréo-schisteux, avec très peu de grès.

Autochtone et nappe sont revêtus par une couverture ouralo-permienne, affectée d'ondulations dont l'une, celle de Kim Bang, dessine un synclinal assez accusé.

Enfin une grande faille, la fracture du Rao Nay, fait chevaucher la nappe du pays de Qui Dat par le granite.

Dirigeons-nous maintenant vers le nord-ouest en suivant la direction des plis.

c) *Coupe des environs de Qui Dat.* (voir Pl. II, fig. 2)

A gauche de la coupe, les calcaires anthracolithiques qui se tiennent toujours sur les lydiennes plissées, s'éloignent un peu au sud-ouest ; au nord, les grès, qui viennent au contact des lydiennes, redressés toujours presque verticalement, prennent plus d'importance en même temps qu'ils contiennent des bandes synclinales de schistes jaunes à *Productus* cf. *plicatilis*. Ces grès, qui constituent l'arête du Nui Con Keo, prolongement occidental du Nui To, disparaissent au nord-ouest, au droit de Thanh Thien Xa, sous une série de schistes et de grès avec poudingues schisto-gréseux écrasés que nous avons rattachés à la base dela formation gréso-schisteuse de l'anthracol thique ; ils ne reparaissent en surface que beaucoup plus loin, au delà du Rao Cay, où ils participent aux plissements de la haute vallée du Ngan Sau.

Au nord-est, sur le flanc oriental du Nui Con Keo et entre cette montagne et la plaine de Qui Dat, se tient, toujours isolé, le front de la nappe post-viséenne ; comme précédemment, il est constitué par des calcschistes et des schistes fossilifères du dévonien moyen et de la base du dévonien supérieur, et par quelques couches de grès de la fin de cette période. Nous avons détaillé ce lambeau de charriage dans la coupe de Qui Dat à Xom Con Giau (fig. 7, p. 90) donnée dans la stratigraphie du dévonien de cette région; on y remarquera la diminution du nombre des plis qui se réduisent à deux synclinaux inégalement développés et séparés par un anticlinal médian déjeté au sud-est, lequel est réduit par laminage à quelques lames de schistes noirs avec calcaires jaunes.

Poursuivi vers le nord-ouest, ce lambeau de charriage, qui s'appuie, à l'ouest, sur les grès du Nui Con Keo et, à l'est, sur les lydiennes toujours plissées, se relève, puis disparaît auprès de Ba Nuong Xa.

Reprenons notre marche transversalement à la direction des plis, c'est-à-dire vers le nord-est. Les lydiennes dinantiennes ne tardent pas à laisser la place aux grès du dévonien supérieur qui constituent sans doute une assez grande partie du substratum de la plaine de Qui Dat.

Au nord-ouest du poste de la garde indigène, dans le petit massif du Bo De, les lydiennes du dinantien et les grès dévoniens arasés supportent une lame de calcaires à anthozoaires d'âge dévonien. Ces calcaires qui sont recouverts directement par l'ouralo-permien aux abords de Qui Dat, en sont séparés, plus au nord, par des grès du dévonien supérieur.

Ce dévonien, qui repose en contact anormal sur un substratum plus récent, est encore un lambeau de charriage. Au nord-est, il s'interrompt dans la vallée de Tan Kieu au-dessus de lydiennes dinantiennes ou même de grès dévoniens; au nord, il se relie au corps principal de la nappe sur le parallèle du village de La Tho.

Continuons au nord-est; la plaine de Qui Dat et la vallée plate de Tan Kieu dépassées, on atteint un léger renflement de lydiennes dinantiennes avec grès laminés et calcaires en lits minces ; le tout plissé et replissé supporte en discordance un alignement nord-ouest de pitons calcaires d'âge ouralo-permien, disposé à la limite des plaines que nous venons de dépasser et d'une dépression occupée dans sa partie occidentale, par des lydiennes dinantiennes, et dans sa partie orientale, par des grès du dévonien supérieur.

Le contact direct des lydiennes et des grès ne s'observe pas ; cependant, étant donnée la position de ces formations et le pendage des grès, lequel se fait toujours au nord-est, on doit admettre que les lydiennes passent sous les grès, qui sont alors charriés au-dessus.

Nous venons donc de retrouver la masse principale de la nappe du pays de Qui Dat. Son contact, de ce côté, se fait, semble-t-il, toujours avec les lydiennes du viséen ; au sud-est, nous l'avons suivi depuis la région de Kim Bang, d'où il vient, après avoir traversé en écharpe les calcaires ouralo-permiens du massif situé au sud-est de Yen Du ; au nord-est, il rejoint près de La Tho, ainsi que nous le savons, le lambeau de Bo De situé au nord-ouest de Qui Dat.

En coupe tranversale, cette nappe présente toujours les caractères que nous lui connaissons : peu plissée à l'ouest et essentiellement constituée par des grès dévoniens, elle est cependant percée par une lame de calcaires dévoniens à anthozoaires.

qui affleure en clé de voûte anticlinale. Ces calcaires font probablement partie de la base de la nappe. Vers l'est, on constate l'existence d'un plus grand nombre de plis qui font affleurer des petites bandes de schistes noirs, violacés ou mauves, dont quelques lits contiennent *Chonetes* cf. *Dalmaniana* et des lamellibranches indéterminables. Tous ces affleurements schisteux paraissent être dinantiens. Plus à l'est, les grès s'enfoncent une dernière fois, soit sous les schistes noirs et violets surmontés par des lydiennes, soit directement sous les lydiennes. Enfin, grès ou lydiennes, qui pendent dans l'ensemble de 40° au nord-est, viennent indifféremment buter contre le granite le long de la faille du Rao Nay.

d) Coupe du Rao Cay entre Thanh Lang et Khe Net. (Pl. II, fig. 1)

Eloignons-nous maintenant vers le nord dans la direction de Thanh Lang et de la boucle du Rao Cay.

Le substratum de la nappe, formé par le complexe gréso-schisteux de l'anthracolithique, est plissé et dynamométamorphisé ; la nappe elle-même, également très plissée, entre Thanh Lang et Khe Net, atteint son minimum de largeur en même temps qu'une sorte de bombement transversal, coïncidant avec un rebroussement des lignes directrices, la soulève, la réduit à des paquets juchés sur les hauteurs ou situés dans le fond des synclinaux ; les derniers de ces témoins se trouvent entre Bai Duc et Thanh Lang, sur les collines qui séparent les eaux du Rao Cay de celles du Ngan Sau.

La coupe relevée le long du Rao Cay entre Thanh Lang et Khe Net, dans la partie la plus accidentée de la rivière, entre son cours supérieur, ou Rao Cay, et son cours inférieur, ou Rao Nay, est des plus intéressantes bien qu'un peu compliquée.

Au sud de Thanh Lang, les grès schisteux de l'anthracolitique, inclinés à 40° au nord, supportent, à Thanh Lang même, une série de calcschistes avec schistes noirs, riches en fossiles (voir coupe du gisement fossilifère p. 93) qui, par laminage, contient, sur une épaisseur de quelques mètres, des fossiles appartenant à presque tous les horizons du dévonien et aussi à la base du carbonifère. Ces schistes et calcschistes viennent buter contre des grès du dévonien supérieur redressés presque verticalement suivant une direction nord-ouest.

On suit ces grès dans le lit du Rao Cay sur toute la traversée de la plaine de Thanh Lang ; ils viennent s'arrêter brusquement, en certains points de la plaine, contre des calcaires laminés avec schistes, qui sont probablement du même âge que ceux qui affleurent dans le lit de la rivière, près du village.

Plus loin vers l'est, la rivière s'engage dans une série de schistes lustrés plus ou moins gréseux, sériciteux et micacés (muscovite), verdâtres (par écrasement) et énergiquement plissés, qui s'ouvre par endroits pour laisser affleurer des bancs de grès massifs, ployés en anticlinaux étroits et un peu déjetés à l'ouest. Ces grès ne sont autres que les grès dévoniens ; de même, la série gréso-schisteuse a tout l'aspect de la série anthracolithique de la rive gauche du Rao Nay.

Un peu plus loin, à l'est, les grès dévoniens reparaissent, mais, cette fois, ils se tiennent au-dessus des schistes, sur lesquels ils sont donc charriés. On arrive ainsi à la fracture du Rao Nay qui, suivant les points, met en contact, avec le granite ou avec

les grès et schistes violets qui le revêtent à l'est, soit les grès dévoniens charriés, soit leur substratum autochtone gréso-schisteux.

Essayons de voir ce que signifie cette coupe sans nous attarder aux détails. Dans l'ensemble nous y voyons un substratum autochtone comprenant, de la base au sommet, des calcschistes et des schistes dévoniens, des grès du dévonien supérieur et une série gréso-schisteuse anthracolithique. La prédominance du terme supérieur de cette série, à chaque extrémité de la coupe, indique la disposition anticlinale de l'ensemble. Cette disposition est encore accusée par les coins ou les lames de calcschistes ou de grès qui percent l'anthracolithique. Enfin, les paquets de grès de Thanh Lang et de la bordure orientale de cet anticlinal, qui sont posés anormalement au-dessus, constitueraient les derniers témoins de la nappe du pays de Qui Dat.

Mais comment expliquer les anomalies du gisement fossilifère de Thanh Lang, de même que les contacts, avec l'anthracolithique, des calcschistes dévoniens de la limite nord-orientale de la plaine qui supporte ce village ?

L'hypothèse la plus simple, consiste à admettre l'existence, avant le dépôt des grès schisteux de l'anthracolithique, d'un bombement de dévonien décoiffé, replissé plus tard et laissant, par suite, affleurer les calcaires et les schistes du dévonien inférieur et moyen au milieu d'une bordure ou d'une auréole de grès. Cette hypothèse paraît d'autant plus acceptable que nous savons que l'anthracolithique gréso-schisteux présente un aspect détritique, souvent avec cailloux roulés à sa base, que nous attribuons à une regression marine consécutive à des actions orogéniques.

On remarquera, dans cette région, la disparition complète des lydiennes et leur remplacement par des grès schisteux.

e) Le recouvrement de la rive droite du Rao Cay.

Dans les trois coupes qui précèdent, nous n'avons rien dit des plis les plus méridionaux du pays de Qui Dat, que nous avons vu s'enfoncer, à l'ouest de Lang Gieo, sous les calcaires ouralo-permiens.

Ces plis ressortent dans la région de Ma Rai, avec une direction qui s'incline de plus en plus du nord-ouest vers le nord. Ils sont constitués surtout par des grès dévoniens, gris ou un peu violacés, très durs, ou beaucoup plus tendres et, dans ce cas, plus ferrugineux, qui contiennent parfois de petites intercalations schisteuses généralement claires. Ces grès coincent en plusieurs points, dans des charnières synclinales, d'étroites bandes de schistes, souvent jaunes, qui contiennent avec des gastropodes indéterminables et des débris d'encrines, un productus voisin de *Productus plicatilis*.

Ces grès sont compris entre deux séries anthracolithiques : à l'est et au-dessus, les lydiennes et les grès schisteux du pays de Qui Dat ; à l'ouest et au-dessous, les grès schisteux du Rao Cay. Par leur position entre deux séries anthracolithiques de même âge, les grès du dévonien ont tout l'aspect d'un pli couché et enraciné sous les lydiennes et les grès schisteux dinantiens situés à l'est de Ma Rai ; le flanc inverse de ce pli aurait probablement disparu par étirement (voir à ce sujet la coupe du sillon du Rao Cay au droit de Muong Bam, près du point qui nous a donné un mélange de fossiles du dévonien et du carbonifère pp. 88 et 236) Par dessus, se voit encore un peu de la couverture

ouralo-permienne, toujours discordante, et dont les principaux affleurements se tiennent soit sur les grès dévoniens, soit sur les lydiennes ou les schistes et grès schisteux anthracolithiques ; l'érosion les a déchiquetés et réduits à quelques rochers qui affleurent dans la plaine de La On (village situé à 5 k.m. au sud-est de Thanh Thien Xa) et dans ses environs.

III. — Considérations générales sur les plis du pays de Qui Dat.

Nous allons essayer de dégager des observations et des hypothèses qui sont exposées ci-dessus, quelques idées sur les plissements qui ont affecté le Pays de Qui Dat.

1°. — Si l'on excepte le trias des sillons d'Hang Rao et du Rao Cay, affecté de plis dirigés nord-sud ou nord-nord-est sud-sud-ouest, et l'incurvation en arcs des plis du Pays de Qui Dat qui intéresse les calcaires ouralo-permiens, ce pays apparaît comme ayant été plissé avant l'ouralien.

2°. — La présence probable, dans la région de Thanh Lang, d'un dôme de dévonien supérieur, arasé au moment du dépôt des grès schisteux, régressifs, de l'anthracolithique inférieur, nous autorise à considérer que ces plissements ont commencé dès la fin du dévonien.

3°. — Ces plis sont donc bien hercyniens puisqu'ils sont compris entre le dévonien supérieur et l'ouralien.

4°. — L'existence de petits synclinaux de schistes du carbonifère le plus inférieur dans les plis du substratum, de même que l'absence dans les mêmes plis des lydiennes du viséen, semble bien indiquer que ces mouvements ont débuté par une première phase anté-viséenne, caractérisée par la formation de plis droits peu ou pas déjetés.

5°. — Une seconde et dernière phase de plissements aurait été caractérisée par la formation de plis couchés et étirés en nappes de charriage. C'est au trainage de ces nappes sur la masse probablement encore plastique des lydiennes que seraient dus les plis et les replis de très faibles amplitudes qui affectent ces formations.

6°. — La localisation des lydiennes de chaque côté et sur l'axe nord-est sud-ouest du Pays de Qui Dat et leur raccordement probable, par dessous le revêtement ouralo-permien situé au sud-ouest de ce pays, avec celles qui se voient dans la partie orientale du synclinal du Nam Ka Dinh, fait songer à l'existence d'une fosse locale dans le Pays de Qui Dat. Cette dépression aurait occupé l'axe d'une sorte de golfe en relation avec une mer profonde qui aurait été située à l'époque viséenne sur l'emplacement du synclinal du Nam Ka Dinh, c'est-à-dire à la bordure externe de la Cordillère annamitique. Près des limites de ce golfe, se seraient déposés les grès schisteux que nous avons reconnus à l'ouest, au nord et à l'est du Pays de Qui Dat. Nous reprendrons cette idée, en la complètant, dans nos conclusions.

B. — La structure du Cammon septentrional.

La région que nous désignons ainsi comprend les bassins du Nam Phao de Napé, du Nam Nhuong, de l'Houei Cho et du Nam Muon. Sa position dans l'aire d'ennoyage du géanticlinal du Phou Sao correspondant à la dépression du Nam Hung, explique la diversité des formations géologiques qui y affleurent.

La physionomie de cette région possède deux aspects bien différents: en aval, en bordure du synclinal du Nam Ka Dinh, c'est une région karstique, profondément découpée par l'érosion, aux vallées étroites et encaissées, parsemées de villages et de maigres cultures. Ce pays, qui s'appuie au sud-est et au nord-ouest contre les masses granitiques de Napé et du Phou Lep, donne accès, en remontant ses rivières, à une région de collines souvent schisteuses, couvertes d'une abondante végétation, qui monte ses rides, parallèles et dirigées généralement au nord-ouest, jusqu'au faîte annamitique. Là, des roches cristallines se montrent en certains points, comme dans la haute vallée du Nam Tiouen, affluent du Nam Muon, et dans celle du Nam Chat, affluent du Nam Nhuong, ou affleurent plus largement, comme dans la région de Napé.

Au point de vue géologique, le Cammon septentrional est une région de nappes percées d'intrusions granitiques et revêtues par des sédiments anthracolithiques et triasiques. Les nappes recouvrent une série autochtone plissée comprenant du dévonien et du tournaisien. Tous ces éléments ont déjà été situés au point de vue stratigraphique. Nous allons voir, maintenant, de quelle manière ils s'agencent suivant quatre coupes grossièrement parallèles et dirigées au nord-est.

I. — Coupe du Nam Phao de Napé.

Nous avons déjà donné partiellement cette coupe en faisant l'étude des dépôts siluriens (fig. 5, p. 79) nous ne la reprendrons donc pas, nous la complèterons seulement.

Le Nam Phao coule, dans sa partie supérieure, dans une région de granites, généralement porphyroïdes, avec grands cristaux de microcline ; cette roche, recoupée par de nombreux filons de pegmatites, le plus souvent peu épais et de directions variables, se suit jusqu'en aval de Napé. Des cassures, amènent à son contact des micaschistes œillés qui plongent verticalement au nord-est, c'est-à-dire au-dessous. Ces micaschistes qui paraissent faire partie de l'auréole métamorphique, sont trop décomposés ici pour être étudiés facilement, il en est de même du granite, et leur contact, qui est jalonné par des sources sulfureuses, s'observe mal. Il faut se rendre un peu au nord de la route de Napé à Thakhek, sur le sentier de Ban Na Huong à Ban Na Cha Lay, pour en relever une bonne coupe. Ce sentier franchit l'arête méridionale du Phou Chom Voi par un petit col qui n'est pas à une cote supérieure à 670 m. (au lieu des 990 environ de la carte au 1/100.000).

En ce point, le contact des micaschistes et du granite s'observe sur le versant ouest du col, il est constitué par une zone écrasée parallèle à la bordure du granite et injectée de granulite et de quartz qui percent aussi bien les micaschistes que le granite. Les micaschistes peu épais sont faillés jusqu'auprès de leur contact avec les schistes siluro-dévoniens qu'ils chevauchent suivant un plan incliné de 25° à l'est.

Ces cassures et peut-être ce chevauchement sont postérieurs à la mise en place du granite, ils doivent être d'âge secondaire.

Continuons la coupe du Nam Phao vers le sud-ouest. Après les micaschistes qui plongent au nord-est, la rivière traverse une série de schistes clairs avec grès un peu ferrugineux qui nous ont livré des fossiles du silurien et du dévonien. Ces schistes paraissent peu dérangés de l'horizontale dès qu'on s'éloigne du contact avec les micaschistes, en réalité, ils sont affectés de plis couchés d'amplitude assez courte ; le plus important se suit sur une assez grande distance au nord-ouest, dans la chaîne du Phou Kong Keo.

Les schistes et grès siluro-dévoniens partout fossilifères se voient jusqu'aux abords de la plaine du Nam Kata, où ils disparaissent sous les poudingues triasiques transgressifs au-dessus d'eux. Par leur base, ils sont en contact avec des grès schisteux micacés, amygdalaires, véritables poudingues schisteux écrasés et étirés, qui les séparent en quelques points des schistes métamorphiques mal observables ici. Ce sont ces poudingues que nous avons attribués à la base du dinantien,

II — Coupe des vallées du Nam Nhuong et du Nam Chat. (Pl. III, fig. 3)

Entre le Nam Phao et le Nam Nhuong, au sud-ouest de Ban Tha Veng, des calcaires ouralo-permiens, puis des lydiennes dinantiennes, s'intercalent entre le siluro-dévonien schisteux et les poudingues du trias.

Plus à l'ouest, entre Ban Song Khon et Ban Tha Sala, les lydiennes manquent souvent et les calcaires ouralo-permiens reposent en discordance sur leur substratum plissé qui ne se montre pas toujours le même.

Au départ de Ban Tha Sala, nous avons vu (page 223), en remontant le Nam Nhuong, le trias buter par faille sous le dévonien représenté par des schistes avec calcschistes à *Atrypa reticularis*. Cette formation, toujours très inclinée au nord-est, supporte en discordance, soit directement les calcaires à fusulinidés de l'ouralien, soit les poudingues schisteux et laminés que nous avons entrevus dans la vallée du Nam Phao. Ces poudingues, qui, en quelques points, sont recouverts directement par l'ouralo-permien, en sont séparés généralement, vers le nord-est et l'est, par les schistes et grès siluro-dévoniens, dont les affleurements les plus occidentaux sont souvent réduits à des paquets de grès ferrugineux, à débris de grands trilobites, que nous avons assimilés aux grès ordoviciens de Dong Son dans le Thanh Hoa.

Cette succession, jalonnée par quelques gisements de fossiles, est bien visible dans la région qui s'étend de Ban Tha Sala au pied occidental de la chaîne du Phou Kong Keo, qui correspond à la limite orientale des calcaires ouralo-permiens. Au delà et jusqu'à la région cristalline qui s'étend à l'est d'une ligne dirigée nord-ouest et passant par le confluent du Nam Nhuong et du Nam Chat, le siluro-dévonien, très

développé et affecté de plis couchés de faible amplitude, comme dans la vallée du Nam Phao, ne laisse que très rarement affleurer son substratum.

L'affleurement le plus important de ce substratum se trouve sur le Nam Chat, près de Ban Sop Chat ; il est constitué par des calcschistes noirs, visibles au fond d'une étroite boutonnière, allongée à l'ouest-nord-ouest, qui s'ouvre dans les schistes gréseux un peu micacés de la base de la série silurienne.

Avant d'aller plus loin, résumons la coupe qui précède ; nous y voyons en somme :

Au sommet : une couverture transgressive pouvant comprendre des lydiennes dinantiennes, des calcaires à fusulinidés ouralo-permiens et du trias détritique.

Au milieu : une nappe siluro-dévonienne de schistes avec quelques grès, affectée de plis horizontaux.

A la base : au-dessous d'un poudingue schisteux laminé et inégalement développé, un substratum constitué par des calcschistes dévoniens affectés de plis à peine déjetés au sud-ouest.

Le charriage du siluro-dévonien schisteux n'est pas seulement accusé par sa position anormale sur les calcschistes du dévonien autochtone, il l'est aussi par les différences de faciès des sédiments du dévonien.

Dans la nappe, le gothlandien, constitué par des schistes à trilobites, passe insensiblement au dévonien, dont les premiers dépôts bien nets, sont constitués par les schistes à *Calceola sandalina* de l'eifélien ; ce sont probablement des formations un peu moins profondes que les précédentes. Au-dessus viennent des schistes à *Styliola clavulus* et *Tentaculites*, c'est-à-dire des formations pélagiques ; les derniers sédiments de la nappe dans la vallée du Nam Nhuong sont des lydiennes qui sont également des dépôts de mer profonde. Schistes à ptéropodes et lydiennes correspondent sans doute au sommet du dévonien moyen.

Les faciès de l'autochtone sont très différents ; ce sont essentiellement des dépôts néritiques. Les formations les plus anciennes appartiennent sans doute au coblentzien, ce sont des calcschistes et des schistes noduleux à *Sieberella Sieberi* ; au-dessus, le dévonien moyen, généralement calcaire, ne contient, avec les brachiopodes les plus caractéristiques de l'Eifel, tels que : *Atryba reticularis*, *A. aspera*, *Stringocephalus Burtini*, et *Schizophoria striatula*, que des anthozoaires appartenant surtout aux genres *Cyathophyllum* et *Cystiphyllum*.

Il ne peut être évidemment question, dans ce rapprochement, que des niveaux qui peuvent être synchronisés et qui existent ensemble dans les deux types de formations. Or, il apparaît avec la plus grande netteté que le dévonien de la nappe est une formation bathyale de constitution bien homogène dans toutes ses parties, remplissant les conditions des dépôts formés au sein d'un géosynclinal ; tandis que le dévonien autochtone avec ses nodules, qui ne sont sans doute que des cailloux roulés et déformés, et ses alternances de schistes et de calcaires, de même que par sa faune, n'est qu'une formation de mer peu profonde, déposée sans doute en bordure d'un continent. C'est ce continent qui, par la suite, aurait joué le rôle d'Avant-pays hercynien.

Avant de reprendre la coupe générale de la vallée du Nam Nhuong, en amont du confluent du Nam Chat, nous allons dire quelques mots sur un point de détail

intéressant à la fois les poudingues schisteux inférieurs à la nappe et les micaschistes œillés. Ce point est situé dans la vallée du Nam Tong au sud-ouest du Phou Chom Voi ; la coupe relevée en ce lieu est la suivante sur 250 m. de distance horizontale.

N.E.

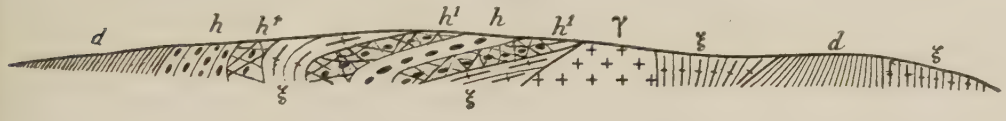


Fig. 31. — *Coupe relevée dans le lit du Nam Tong.*

Echelle approximative : 1/2 000

Légende : d. Schistes dévoniens ; h. Poudingues schisteux avec en h^1 passage aux micaschistes ; ξ. Micaschistes ; γ Granite.

Des schistes noirs, qui sont semblables aux schistes du dévonien autochtone à *Atrypa reticularis*, paraissent supporter une série de poudingues schisteux qui passent progressivement aux micaschistes œillés que nous avons rencontrés déjà précédemment dans le Nam Phao et sur le sentier de Ban Na Huong à Ban Na Cha Lay. L'ensemble est percé par des granites porphyroïdes qui se montrent au contact des micaschistes. Le métamorphisme est irrégulièrement distribué, ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte sur la coupe, à gauche de l'axe vertical de la coupe; les micaschistes entourent une sorte de lentille de poudingues schisteux qui a échappé à l'action métamorphique. Laissant de côté cette particularité, cette coupe est encore très intéressante, car elle nous montre : 1°/ que la mise en place du granite est postérieure aux poudingues schisteux et semble-t-il, a fortiori, à la nappe qu'ils supportent ; 2°/ que les micaschistes œillés sont un faciès de contact qui représente le métamorphisme des poudingues schisteux de la base de l'anthracolithique.

Revenons au Nam Nhuong. En amont de Ban Sop Chat, le Nam Nhuong change de nom ; sa branche occidentale, la plus importante, est le Nam Hung, sa branche orientale, à peine moins longue, est le Nam Chat. C'est cette dernière que nous allons suivre pour gagner le faîte annamitique vers le nord-est.

Après la fenêtre de calcschistes du dévonien autochtone, les schistes et grès du silurien de la nappe dessinent un dernier pli déversé au sud-ouest dont l'axe est occupé par la partie inférieure du Nam Pan et par son confluent avec le Nam Chat. En amont de cette région qui porte encore quelques villages Phu Thuong, la rivière coupée de nombreux et dangereux rapides franchit une région sauvage, aux lignes rudes, mais relativement peu élevée.

Les roches qui la constituent, appartiennent à une série métamorphique plissée et recoupée par des apophyses et même par de véritables massifs granitiques. Le contact de cette série cristalline avec les schistes siluro-dévoniens se fait en direction nord-ouest ou ouest-nord-ouest avec un pendage de 45° à 50° au nord-est ; il y a donc chevauchement de la nappe de schistes par le cristallin. La série métamorphique

recoupée entre ce contact et les granites au nord de Ban Sop Tam, n'est pas une série bien profonde : les gneiss, de même que les granites anté-siluriens, y sont l'exception ; par contre on y observe encore de minces bandes synclinales de schistes siluriens. Ses plis déjetés et même couchés au sud-ouest ont la même allure que ceux de la nappe schisteuse. La première masse granitique qui apparaît, affleure au nord de Ban Sop Tam, dans la région de Ban Onn, où elle chevauche elle-même les schistes cristallins au sud-ouest : ces granites qui sont comme toujours porphyroïdes contiennent de nombreuses enclaves de gneiss qui ont été arrachées aux parties profondes des schistes cristallins ; légèrement écrasés en certains points, ils prennent parfois une allure gneissique qui ne s'observe que sur de très faibles épaisseurs.

Ces granites qui affleurent sur une distance transversale d'environ 4 ou 5 kilomètres, s'enfoncent à nouveau, au nord et à l'est, sous la série siluro-dévonienne ; le contact, qui se fait encore par chevauchement de la partie occidentale par la partie orientale, est marqué par un filon-lit de quartz, incliné d'une cinquantaine de degrés au nord-est.

Le siluro-dévonien, qui se prolonge ensuite jusqu'au delà de la crête frontière, est percé par des granites et des granodiorites un peu écrasés et contenant des enclaves de quartzite ; ces granites, coupés par des filons importants de granites à mica blanc, supportent quelques paquets de cornéennes à amphiboles. Plus au sud-est, ils sont précédés par une zone de schistes cristallins avec gneiss qui se mettent en contact avec les schistes siluriens par l'intermédiaire d'importants filons de quartz dont l'un atteint près de 40 mètres d'épaisseur ; l'inclinaison de ces filons, qui se fait toujours au nord-est, est de 65° en aval et de moins de 35° en amont.

Sur le versant laotien de la crête frontière, le siluro-dévonien coince un petit synclinal de poudingues schisteux lustrés et très laminés. A partir de la crête ces poudingues reparaissent ; ils sont surmontés, en Annam, par des schistes lustrés avec quelques grès laminés, qui sont chevauchés par une importante série cristophyllienne écrasée, comprenant des gneiss à cordiérite, des micaschistes et des quartzites métamorphiques ; plus à l'est, un peu avant d'arriver à la plaine de Ky Linh, ces schistes cristallins viennent au contact d'une mince apophyse de granite. Schistes cristallins et granite sont recouverts, dans cette région, par une quantité considérable de schistes et de grès lustrés avec ou sans poudingues de base. Cette série, légèrement métamorphisée en quelques points et transformée ainsi en micaschistes noduleux et quartzites micacés, s'appuie sur le cristallin par l'intermédiaire d'une série de lames de quartz quelquefois peu inclinées sur l'horizontale.

Nous ne poursuivrons pas, plus en avant, cette coupe.

D'une manière générale, la vallée du Nam Chat est une région essentiellement cristalline, recouverte par du siluro-dévonien. Les granites qui la percent et que dans notre esquisse structurale (carte n° 3) nous avons désigné par les noms de « *amygdaloïdes de Kim Cuong* » pour les plus occidentaux et « *amygdaloïdes et écailles du Nui Ba Mu* » pour les plus orientaux, sont plus récents que les schistes cristallins puisqu'ils contiennent quelques uns de leurs éléments à l'état d'enclave. Il n'y a donc pas de relation entre ces deux formations, et les schistes cristallins sont bien du vieux matériel anté-silurien.

Les plis qui affectent cette région sont de différents âges, mais il est difficile de discerner ce qui est ancien de ce qui est plus récent. Les chevauchements par le granite, de même que les plis intéressant l'anthracolithique schisto-gréseux, sont secondaires ; quant aux plis qui ont affecté les schistes cristallins et le siluro-dévonien, on peut dire qu'ils sont dus à la fois aux mouvements hercyniens et aux mouvements secondaires et peut-être même, pour les schistes cristallins, à des plissements anté-siluriens.

L'ensemble de la coupe de la vallée du Nam Nhuong fait ressortir l'existence d'une série plissée dévonienne et partiellement anthracolithique, recouverte par une nappe siluro-dévonienne, qui s'appuie aussi sur des schistes cristallins dont il est difficile de dire s'ils sont charriés ou en place. Le tout, percé par du granite qui métamorphise la base de l'anthracolithique, s'enfonce au sud-ouest et au nord-est sous une couverture anthracolithique, généralement calcaire et presque horizontale au Laos ; uniformément gréso-schisteuse et plissée, dans la partie de l'Annam considérée ici.

III. — Coupe le long des vallées du Nam Sot, du Nam Than et du Nam Cham. (Pl. III, fig. 2)

Ces trois rivières qui sont, la première, un affluent du Nam Muon, et les autres des tributaires du Nam Hung, sont situées sur un même alignement dirigé sud 70° ouest, nord 70° est.

Comme nous avons eu l'occasion de voir certaines parties de cette coupe, en faisant l'étude des grès schisteux de l'anthracolithique, nous la passerons en revue rapidement.

Sur son trajet, qui s'étend du Nam Muon à la crête frontière, les éléments de la couverture que nous avons reconnus dans la coupe du Nam Nhuong, ont acquis un développement en surface beaucoup plus grand, en même temps qu'il est venu s'y ajouter un terme plus élevé : les poudingues et les argiles et grès rouges du trias. A cette augmentation de la surface occupée par la couverture correspond la disparition complète des éléments cristallins ; le substratum est réduit au dévonien, à la base de l'anthracolithique autochtone et à la série siluro-dévonienne dont il est impossible de reconnaître le caractère charrié.

Comme précédemment, on distingue une couverture occidentale et une couverture orientale.

Voyons d'abord la couverture occidentale et son substratum.

En faisant l'étude de la structure du synclinal du Nam Ka Dinh, nous avons vu la bordure paléozoïque du géanticlinal du Phou Sao, venant chevaucher les sédiments ouralo-permiens et triasiques plissés de ce synclinal. Sur le géanticlinal lui-même les faits sont différents, la couverture n'est pas plissée ; les choses se passent donc encore ici comme dans la vallée du Nam Nhuong.

Aux abords du Nam Muon, la couverture, réduite à l'ouralo-permien calcaire, repose en discordance angulaire sur des calcaires, des calcschistes et des schistes gris ou noirs, plissés presque verticalement. D'après ce que nous avons observé un peu plus au sud,

dans les environs de Ban Hin Ma, cette série plissée, qui appartient à l'autochtone, comprendrait du dévonien moyen et supérieur et du dinantien inférieur.

A l'est, daus la vallée du Nam Sot les choses sont un peu différentes, des témoins de calcaires à *Syringopora* du viséen, plus ou moins importants et prenant de plus en plus de continuité vers l'amont du Nam Sot, reposent généralement sur des poudingues schisteux, lustrés et plissotés. Ce viséen très érodé supporte soit les calcaires ouralo-permiens, soit le trias, dont les poudingues à gros éléments constituent, en aval de Ban Sot, un revêtement épais et continu qui se suit jusqu'auprès des masses calcaires qui dominent le faîte hydrographique séparant les bassins du Nam Sot et du Nam Than. Le substratum de ce trias est indifféremment suivant les points : les calcaires noirs dinantiens ou les schistes jaunes du siluro-dévonien.

La coupe dans la région du col qui fait communiquer les vallées du Nam Sot et du Nam Than, que nous avons donnée précédemment (fig. 15, page 162), comprend, au sommet des calcaires gris ouralo-permiens, légèrement redressés à l'est, et un peu discordants sur les calcaires noirs à *Syringopora* qui recouvrent à leur tour les poudingues gréso-schisteux plissotés de l'anthracolithique inférieur. La coupe se termine sur une importante série de schistes souvent clairs, jaunes ou roses, plissée horizontalement, qui est la suite évidente au nord-ouest de notre siluro-dévonien charrié du Nam Nhuong.

Plus à l'est, la haute masse de calcaires anthracolithiques du Pha Bo représente le dernier témoin de la couverture. Nous n'avons pas observé son contact avec le substratum.

En descendant la vallée du Nam Than, il est facile de constater que le pendage du siluro-dévonien qui se faisait d'abord au nord-est, passe peu à peu au nord-ouest, en même temps qu'apparaît la couverture orientale sous laquelle il s'enfonce ; celle-ci est représentée par les poudingues schisteux de la base de la série gréso-schisteuse que recouvrent bientôt des schistes gris ou violacés et lustrés, puis des grès à débris de feldspaths.

Ainsi les poudingues schisteux qui s'observent avec une certaine constance sous les schistes du siluro-dévonien se trouveraient également au-dessus avec quelques différences de faciès attribuables à la nature des terrains auxquels ils ont emprunté leurs éléments.

Sur le Nam Cham le pendage étant revenu à l'ouest-nord-ouest, on traverse successivement une série de plis aigus comprenant suivant les cas, des synclinaux de grès schisteux (de la couverture), ou des schistes et des grès quartzites (du substratum). En amont du confluent du Nam Phi La et du Nam Cham, le siluro-dévonien qui plonge au nord disparaît définitivement sous la série gréso-schisteuse.

Nulle part dans cette coupe il nous a été donné de faire une observation qui indiquât le caractère charrié du siluro-dévonien. L'ennoyage que nous avons observé plus au sud pour les schistes cristallins, s'est accentué jusqu'à voiler complètement la nature exotique de la nappe siluro-dévonienne.

Cet ennoyage qui correspond à la dépression du Nam Hung, existait déjà pendant l'anthracolithique puisque les dépôts de cet âge sur les deux versants de la Cordillère, bien que de faciès différents, tendent à se rapprocher ; cette différence de faciès n'est, d'ailleurs, pas un obstacle, étant donné que plus au sud, aux abords du pays de Qui Dat, il est facile d'observer tous les passages entre les divers faciès de l'anthracolithique, et cela sur de très faibles distances.

Néanmoins, la forme incurvée des plissements qui ont affecté l'anthracolithique du type oriental dans cette aire d'ennoyage est une preuve que cette dépression s'est accentuée postérieurement à sa formation, probablement dès le début du secondaire, ainsi que semble l'indiquer la similitude des faciès triasiques des témoins conservés dans cette partie de la Cordillère annamitique.

Quant aux poudingues schisteux qui paraissent occuper la même position stratigraphique au-dessus et en dessous de la nappe, ils peuvent être comparés aux brèches dévalantes qui se produisent au moment de l'avancée des nappes par le fait de la destruction de certaines de leurs parties.

IV. — Coupe le long des vallées du Nam Tak, du Nam Muon et du Nam Tiouen. (Pl. III, fig. 1)

Le Nam Tak et le Nam Tiouen sont deux affluents du Nam Muon ; le premier rive droite, le second rive gauche.

En dehors des masses granitiques du Phou Sao et de la terminaison méridionale du Phou Lai Leng, cette coupe intéresse une région assez étroite qui peut se diviser en deux zones inégalement plissées, bien que parallèles et dirigées grossièrement au nord-ouest. Voyons d'abord la plus occidentale de ces deux bandes.

Dans les vallées du Nam Tak et du Nam Muon, puis dans la partie tout à fait inférieure de celle du Nam Tiouen, les derniers témoins de calcaires anthracolithiques, réduits à quelques rochers en bordure du Phou Lep, sont recouverts par une importante épaisseur de poudingues et de grès triasiques avec terrain rouge, presque horizontaux, qui reposent également en discordance sur les schistes du siluro-dévonien. Ces derniers, modéremment plissés, paraissent avoir glissé à la surface du granite. Un petit synclinal, de poudingues schisteux se voit dans la vallée du Nam Muon entre le siluro-dévonien et le trias.

Cette zone se termine à l'est par un pli-faille qui met au contact d'un filon de microgranite éruptif très écrasé, une étroite charnière synclinale de grès schisteux de l'anthracolithique du type oriental.

La deuxième bande, qui vient presque immédiatement après, constitue une sorte de synclinal affecté de plis nombreux et verticaux composés à peu près exclusivement par la série gréso-schisteuse anthracolithique. Au nord-est, les granites du Phou Lai Leng la chevauchent très légèrement. Le contact se fait généralement par l'intermédiaire d'un étroit liseré métamorphique qui peut être, soit des micaschistes à biotite, soit des quartzites à minéraux. Cette région comprimée inégalement entre les deux mâchoires cristallines du Phou Sao et du Phou Lai Leng constitue *le synclinal du Nam Mo*.

Cette dépression s'est probablement déplacée du nord-est au sud-ouest, entre l'anthracolithiqne et la fin du trias, mais sa partie la moins résistante à l'action orogénique paraît avoir été localisée au nord-est.

Près de la crête frontière, les granites du Phou Lai Leng sont recouverts, d'abord en direction nord-est, puis brusquement en direction nord-ouest, par une série verticale,

comprenant avec des éléments de la couverture du type oriental, d'autsre éléments plus anciens. Nous aurons l'occasion d'y revenir plus tard.

Cette coupe nous montre encore une réduction de l'étendue couverte par les sédiments du siluro-dévonien et la même disposition de ces formations par rapport aux deux types d'anthracolithique de leur couverture; elle nous montre en outre que les plissements secondaires qui ont affecté le synclinal du Nam Mo, n'ont intéressé que la bande orientale de cette dépression, ils paraissent s'être arrêtés à la limite d'une ancienne fracture cicatrisée depuis longtemps par une intrusion de microgranite. Enfin, une fois de plus, l'allure intrusive et l'âge anthracolithique des granites apparaît avec beaucoup de netteté dans l'affleurement du Phou Lai Leng, qui perce la couverture du type oriental en la métamorphisant à peine.

V. — Résumé.

Les bassins du Nam Nhuong et du Nam Muon montrent, comme ailleurs, deux systèmes de plissements, l'un anthracolithique, le second probablement secondaire.

Au point de vue des *plissements anthracolithiques* cette région est bien un pays de nappes, mais les choses n'apparaissent avec certitude que pour le siluro-dévonien de la vallée du Nam Nhuong. Dans la partie située plus au nord-ouest et au nord, vallées du Nam Than, du Nam Cham et du Nam Muon, l'ennoyage de la Cordillère sur l'emplacement de la dépression du Nam Hung amène la disparition des parties inférieures du siluro-dévonien et celle du dévonien autochtone ; les formations de cette dernière période ne se voient plus que dans la vallée inférieure du Nam Sot, sous la couverture de la bordure sud-ouest de la région considérée, où elles ne sont pas en relation avec la série charriée.

C'est également à l'ennoyage de la dépression du Nam Hung qu'est due l'allure de zone en place affectée par le support cristallin de la nappe siluro-dévonienne, qui, plus au sud, a bien les caractères d'une nappe de charriage.

Tous ces éléments, nappes et plis, sont dirigés au nord-ouest et poussés au sud-ouest. Leur âge est compris entre l'extrême base du dinantien, peut-être même le sommet du dévonien, et la base de l'ouralien, dont les dépôts inférieurs, les calcaires à *Neofusulinella praecursor* du Kam Keut, n'ont pas été atteints par les plissements.

Cependant, au cours de cette longue période, il convient d'établir des divisions ou phases.

La première phase qui correspond à une période de plissements, a précédé l'arrivée de la nappe et s'est terminée avec elle dès le début du dinantien.

La deuxième,caractérisée surtout par la mise en place de la nappe, se situe entre la phase précédente et le viséen, qui la recouvre en certains points de ses lydiennes.

La troisième est caractérisée par la mise en place du granite ; c'est elle qui a occasionné les ondulations anté-ouraliennes du viséen et du moscovien (représenté dans la région par quelques grès), de même que les mouvements de la mer qui se sont succédés à de courts intervalles et dans des sens différents entre le viséen et l'ouralien.

La dépression du Nam Hung tire son origine de la répartition des granites, à sa bordure nord-ouest et sud-est. On peut dire que, dès avant sa formation, elle a

constitué une zone de faible résistance qui a été utilisée par les mers anthracolithiques, puis par la mer triasique.

Les *mouvements secondaires* furent peu importants dans toute la région anticlinale du Phou Sao ; ce n'est que plus au nord et au nord-est, dans les parties revêtues par la couverture anthracolithique du type oriental, qu'ils ont acquis une grande intensité. Le principal résultat de ces mouvements est le resserrement de la dépression du Nam Hung dans le sens nord-ouest sud-est. Ce resserrement s'est traduit par un léger chevauchement de cette dépression par le granite de l'affleurement méridional du Phou Lai Leng et par une déviation des lignes directrices hercyniennes, qui sont passées du nord-ouest au nord-est dans les vallées supérieure du Nam Cham et du Nam Tiouen. Les autres mouvements secondaires se sont manifestés par des plis d'accommodement et par le resserrage des plis hercyniens.

C. — La partie cristalline de la nappe anté-viséenne.

Au point de vue géographique, cette partie de la nappe hercynienne contient la crête frontière entre les hautes vallées du Nam Chat et du Rao Cay. C'est une région entièrement boisée et à peu près inhabitée. La route de Vinh à Thakhek la traverse dans sa partie étroite, entre Kim Cuong et Napé, sur 25 à 30 kilomètres (près de 40 par la route).

Au point de vue géologique, c'est la partie du géanticlinal du Phou Sao située entre les dépressions du Nam Hung et du pays de Qui Dat. C'est elle que nous avons vue s'ennoyer au nord-ouest du Nam Chat sous le siluro-dévonien charrié, qu'elle paraît supporter normalement. Rien dans cette région ne nous a fait supposer que c'était une nappe de charriage.

Nous avons observé le complexe cristallin qui constitue la nappe, à la traversée de la Chaîne annamitique, suivant six itinéraires à peu près parallèles, dirigés du nord-est au sud-ouest, de l'Annam vers le Laos. Dans l'ensemble c'est une voûte de schistes cristallins et de granites écrasés, qui sort, au nord-ouest, de l'aire d'ennoyage du Nam Hung et se relève à peu près régulièrement en allant au sud-est, ce qui permet l'affleurement de son substratum sédimentaire dans ses parties les plus orientales, c'est-à-dire dans la haute vallée du Nam Noi et dans les bassins supérieurs de la rive droite du Ngan Sau et de la rive gauche du Rao Cay. Des masses granitiques, surtout importantes dans la région de Napé et de Kim Cuong, ont percé cette voûte cristalline bien après sa mise en place et l'ont ainsi fortement consolidée et érigée en horst.

Nous allons voir comment se présente sur le terrain ce complexe cristallin, dans les points, ou plutôt, sur les itinéraires, où nous l'avons recoupé.

Puisque nous avons eu l'occasion de l'étudier précédemment dans la vallée du Nam Chat, c'est-à-dire près de sa limite nord-ouest, nous partirons maintenant de la région située plus au sud-est pour nous rapprocher progressivement de sa partie la plus intéressante, c'est-à-dire de celle qui domine le Ngan Sau et le Rao Cay.

a) *Coupe de Kim Cuong à Napé.*

Sur la route de Kim Cuong à Napé, les schistes cristallins sont peu développés ; ils ne comprennent que quelques micaschistes, des cornes, des quartzites métamorphiques et, beaucoup plus rarement, des gneiss ; c'est tout à fait la même série que dans la vallée du Nam Chat, mais, ici, avec un développement beaucoup plus considérable des masses granitiques intrusives.

Après une série de schistes gris ou jaunes, vraisemblablement silurò-dévoniens, qui plonge assez fortement au nord-est entre Hatan et le pont sur le Nam Mat (km. 75), à 5 kilomètres après Kim Cuong, apparaît une large bande de granites porphyroïdes. Ces granites se suivent sur plus de 8 kil. jusqu'au delà d'un petit col, où ils sont interrompus par un affleurement de schistes sériciteux, venant à leur contact par l'intermédiaire de quelques lits de cornes et de quartzites micacés. Cette interruption, qui est assez courte, puisque les granites reparaissent vers le kilomètre 86, n'en amorce pas moins une série plus ancienne qui débute vers le kil. 88 et se continue avec quelques coupures jusque sur le versant laotien, autour de la cote 550 (kilomètre 102 environ). Cette série, qui plonge généralement au nord-est, tend à devenir horizontale à l'ouest du col, où affleurent des gneiss injectés de granites non écrasés dans les plans de clivage; plus en aval la zone de contact est constituée par des micaschistes noduleux, qui terminent de ce côté la série métamorphique. En descendant, on se tient ensuite constamment sur le granite ; il faut dépasser Napé (kil. 112) pour retrouver des schistes cristallins, encore sous la forme de micaschistes œillés et toujours près d'un contact ; dans cette région, c'est au contact du siluro-dévonien qu'ils se placent (voir page 79).

Ainsi que nous venons de le voir, il est difficile de séparer dans cette région ce qui est métamorphisme de contact de ce qui appartient au métamorphisme général.

L'impression qui résulte de cette coupe, comme de celle du Nam Chat d'ailleurs, est que l'on se trouve en présence d'une série légèrement plissée, bien que fortement laminée, comprenant le sommet d'un ensemble métamorphique et les assises sédimentaires qui le recouvraient normalement. Le tout, schistes cristallins et sédiments, recoupé par des granites, postérieurement à leur mise en place définitive, aurait été le siège de phénomènes de contact, dont les micaschistes noduleux et certaines cornes représenteraient les termes les plus communs.

b) *Coupe de Khe Thuong à Ban Na Thon.*

Eloignons-nous maintenant vers le sud-est pour gagner la piste qui permet de se rendre de Khe Thuong, village annamite situé sur le Ngan Truoi affluent du Ngan Sau, à Ban Na Thon (Laos), sur le Nam Ka Ta tributaire du Nam Theun. Sur ce trajet, les limites orientale et occidentale du siluro-dévonien et des schistes cristallins, qui étaient éloignées de 25 à 30 km. sur la transversale Kim Cuong-Napé, sont distantes de 40 kilomètres environ ; cet éloignement de la bordure siluro-dévonienne coïncide avec un

épaississement considérable de la série cristalline qui possède ici son plus grand développement. La coupe que nous avons relevée sur ce trajet est en résumé la suivante :

Les schistes cristallins débutent en amont du hameau de Cao Lang ; ce sont, en ce point, des schistes micacés qui plongent à 60° au nord-est sous les schistes et grès du siluro-dévonien ; en approchant du Vu Quang le pendage diminue d'inclinaison et se tient le plus souvent entre l'horizontale et 20° au nord-est ou au nord, ce n'est que très rarement qu'il atteint 50° ; il s'incline sous cet angle de chaque côté d'une intrusion de granite à mica blanc avec pegmatite. Jusqu'au delà de Vu Quang la série assez uniforme comprend des schistes micacés, des micaschistes voisins des schistes précédents et des quartzites métamorphiques. Au delà, des éléments plus profonds apparaissent ; ce sont des micaschistes à deux micas avec sillimanite, des granites très écrasés et très altérés avec feldspaths potassiques, passant à des brèches de granites, puis des gneiss qui paraissent provenir, au moins en partie, de l'écrasement de granites ; de temps en temps s'y intercalent des lames de cornes micacées avec rutile et des micaschistes a mica noir et andalousite. Le grenat, de même que la fibrolite sont communs dans les gneiss. En quelques points, des filons de pegmatite et de quartz recoupent ce complexe ; dans un cas, nous avons noté la présence de magnétite et de rutile dans un filon de quartz.

Les gneiss et les granites écrasés sont surtout abondants dans les parties axiales et élevées de la chaîne ; il semble qu'ils soient encadrés en-dessus et en-dessous par des éléments moins profonds. En effet, de même que nous avons vu la masse des micaschistes recouvrir les gneiss et les granites écrasés sur le versant de Vu Quang, de même en arrivant au Laos dans la vallée du Nam Ka Ta, il est facile de voir aux environs de la côte 700 les gneiss passer peu à peu, par leur base, à une série de micaschistes dont les plans de clivage sont inclinés de 5° à 10° au nord ou au nord-est. Plus en aval on ne trouve plus de gneiss.

Ces zones de bordure de l'élément le plus profond du complexe cristallophyllien sont aussi celles dans lesquelles les intrusions de granites carbonifères se montrent plus abondantes : c'est ainsi que, près de Vu Quang, nous avons noté une intrusion de granite à mica blanc dans les micaschistes, de même que du côté laotien nous avons observé deux intrusions de ce genre aux abords ou dans le lit du Nam Ka Ta. La plus orientale qui forme une arête de 1.000 à 1.200 m. d'altitude, perce les gneiss, très près de leur contact avec les micaschistes; elle est constituée par des granites à deux micas, peu écrasés. La deuxième intrusion se voit dans le lit même du Nam Ka Ta vers la cote 600, où elle recoupe à l'emporte pièce des micaschistes inclinés de 5° au nord-est, c'est encore ici du granite à deux micas, mais un peu moins acide, le feldspath dominant est l'oligoclase; les éléments de cette roche sont d'une assez grande fraîcheur.

Un peu après cette seconde intrusion, au point où le Nam Ka Ta, qui coulait vers le sud, oblique brusquement pour filer à l'ouest, le pendage change de sens, il passe au sud-ouest avec une inclinaison voisine de 20°; en même temps que l'on observe le passage des micaschistes à des schistes micacés et à des cornes. Au delà, et jusqu'après le village de Ban Na Thon, on ne voit plus rien. Les premières couches qui se montrent ensuite sont des schistes gris, jaunes, versicolores, satinés et tachés

d'oxyde de fer ; ils affleurent dans le lit du Nam Ka Ta avec une inclinaison assez forte au sud-ouest. A l'ouest, cette formation, pendant toujours dans la même direction, disparaît sous les poudingues transgressifs du trias.

c) Coupe de Trai Tru à Ban Ta Pei Pan.

Passons au sud-est ; la piste de Ban Ta Pei Pan à Trai Tru, nous fournit une coupe analogue que nous avons donnée précédemment (fig. 2, pag. 75).

Dans cette région un relèvement plus important des schistes cristallins, sur le versant annamite de la chaîne, amène l'affleurement en substratum, de grès et de schistes inclinés en voûte au nord-est, qui paraissent appartenir au dévonien autochtone ; c'est là le premier point où ce complexe cristallin révèle sa nature exotique et charriée.

Sur ce parcours les intrusions granitiques sont fréquentes, mais souvent localisées dans les parties les plus érodées. Un échantillon de granite contient de la pyroxénolite non digérée. En quelques endroits, on observe des injections de granite non écrasé entre les feuillets des gneiss et des micaschistes. En d'autres points, une série métamorphique plus près du contact fait songer à des transformations de roches sédimentaires appartenant au substratum autochtone, ou peut-être même à la nappe, ce qui concorde d'ailleurs avec le relèvement de celle-ci.

Des cassures nombreuses découpent cette nappe, leurs directions paraissent variables, deux dominent cependant : la direction nord-est et la direction nord-ouest. Ces cassures sont postérieures aux granites qu'elles intéressent, il est probable que c'est sous l'influence de leurs rejeux que se sont produits les épanchements récents de basaltes de cette région, dont nous avons eu déjà l'occasion de causer.

d) Coupe entre Trung Thanh et Ban Tong.

Continuons à suivre le relèvement des schistes cristallins vers le sud-est, et arrivons à la piste qui va de Trung Thanh, en Annam, à Ban Tong, au Laos.

Nous partons de Trung Thanh ; le sentier qui se dirige au sud, traverse une plaine, puis aborde la terminaison nord-ouest des collines du Dong Tho constituées par des plis verticaux de dinantien et de dévonien (voir fig. 11, page 126).

Au delà, il traverse, vers le sud-sud-est puis le sud et l'ouest-sud-ouest, une épaisseur importante de grès avec schistes du dévonien supérieur, inclinés presque verticalement à l'est nord-est, puis à l'est et à l'est-sud-est ; une cassure injectée de quartz et de fer, dirigée parallèlement aux strates marque le passage d'une arête (Dong Tien Ma) vers la cote 300. Le sentier descend alors au sud-ouest dans la petite cuvette de Ban Giang dominée à l'ouest par des micaschistes se relevant au-dessus de schistes, vraisemblablement dévoniens, qui constituent le fond de la cuvette.

Après Ban Giang, le sentier conserve jusqu'au delà de la crête frontière, la direction sud-sud-ouest, qu'il n'abandonne que pour décrire des lacets assez courts.

Entre le hameau et la cote 330 environ, il se tient sur l'une ou l'autre rive du cours supérieur de la branche principale du Ngan Sau ; durant ce trajet, il circule constamment sur les micaschistes dont le pendage, toujours dirigé à l'ouest ou à l'ouest-nord-ouest, varie de 5° à 20° au maximum, exception faite de flexures très basses qui donnent à ces formations l'allure d'ondulations se déplaçant vers l'est. En deux points, des calcschistes noirs laminés, plissés et replissés, dirigés aussi bien nord-est que nord-ouest, affleurent en fenêtre sous les micaschistes dans le lit même de la rivière.

A partir de la cote 330 le sentier quitte les micaschistes qui pendent au nord-ouest ou au nord-nord-ouest, pour monter vers le sud dans une série sédimentaire qui sort manifestement de dessous les schistes cristallins. Ce sont dans l'ensemble des schistes gris un peu rubéfiés, avec rares intercalations de calcschistes excessivement laminés, leur pendage, généralement à 45° et souvent plus fort, est tantôt au nord, au nord-ouest ou à l'ouest, tantôt à l'est ou au sud-est. Vers la cote 400 ils coincent un paquet de micaschistes dirigé nord-nord-est et pendant de 25° au nord-ouest.

Le col qui franchit l'arête frontière vers la cote 740 est ouvert dans une série de schistes à cailloux roulés dont un grand nombre ne sont autres que des fossiles brisés et remaniés d'apparence dévonienne, aussi semble-t-il logique de considérer la formation qui a remanié ces fossiles comme plus récente que les fossiles eux-mêmes, c'est-à-dire comme tournaisienne ; ce serait l'équivalent des poudingues schisteux de la base de l'anthracolithique. Ces sédiments qui reposent sur la série sédimentaire autochtone s'enfoncent au sud-est sous des schistes jaunes et roses, qui sont sans doute du siluro-dévonien charrié ; nous n'avons pas observé le contact. Au-dessous des poudingues, sur le versant laotien, le sentier continue à circuler sur une série de schistes noirs avec rares calcschistes. Vers la cote 710, il traverse le Nam Noi dont la branche supérieure est encaissée, en direction nord-nord-ouest, entre des parois assez élevées, constituées à n'en pas douter, par des gneiss et des micaschistes avec quelques granites, ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte par l'examen des alluvions de cette rivière composés presque exclusivement par des galets de schistes cristallins ; comme nous nous trouvons à peu près en direction de la fenêtre ouverte, au nord-nord-ouest, sur le substratum, dans le cristallin de la nappe, au passage du sentier de Ban Ta Pei Pan à Trai Tru, il n'est pas téméraire d'admettre que la vallée supérieure du Nam Noi est creusée dans le prolongement de cette fenêtre et que les terrains cristallins qui la dominent au nord, font partie de la série que nous avons traversée entre Ban Giang et la crête, de même que ceux qui se tiennent sur les hauteurs de sa rive droite appartiennent au cristallin que nous allons rencontrer plus au sud-ouest et au sud.

Poursuivons notre itinéraire vers l'aval. La vallée boisée et couverte d'alluvions ne permet que de rares observations, il est cependant possible d'affirmer l'existence d'une série très plissée, constituée par des grès durs et des schistes noirs ou gris, et d'une autre, presque horizontale, dans laquelle dominent des schistes plus clairs, versicolores, semblables à certains schistes siluro-dévoniens ; en un point, nous avons observé, à l'est d'une série de grès et de schistes noirs plissés presque verticalement et poussés au sud-est, une roche écrasée, peut-être une brèche de granite imprégnée de fer et de calcite et contenant du quartz, de la biotite et des feldspaths. Un peu plus loin, à l'est de Ma He, nous avons relevé la coupe suivante sur une hauteur de 15 mètres environ, au pied des abrupts du Pha Deng.

Les couches dirigées au nord-ouest dessinent un anticlinal, dont le flanc nord-est est incliné de 5° à 10° et le flanc sud-ouest à 30° environ. A la clé, se montrent des schistes noirs qui supportent au nord-est des schistes micacés, puis un filon-lit de quartz de quelques décimètres ; au-dessus viennent des cornes, elles-mêmes surmontées par des micaschistes dominés par la masse principale du Pha Deng ; celle-ci débute par une sorte de brèche de gneiss ou de granite qui rappelle la roche écrasée rencontrée en amont, avec, en plus ici, un peu de tourmaline. La flanc sud-ouest ne se voit pas bien en ce point, mais en continuant vers l'aval, on ne tarde pas à trouver des micaschistes percés de temps à autre par des intrusions de granite et de pegmatite qui se suivent ensuite sur de grandes distances. Le long du Nam Noi les relations de ces éléments cristallins sont difficiles à observer, le lit de la rivière étant encombré par une coulée de basalte récent qui se suit depuis Ban So jusque bien en aval de Ban Ma Nang.

Néanmoins, la coupe de la base du Pha Deng nous a permis de retrouver en ce point la nappe cristalline de recouvrement à peu près dans la même position que nous lui avons vu occuper sur le versant annamite de la Chaîne.

Nous ne poursuivrons pas cet itinéraire au delà de Ban Ma Nang, il suffira de dire que dans cette localité et à Ban Tong, les granites porphyroïdes et les granodiorites existent seuls, et que plus au sud-ouest ils disparaissent eux-mêmes sous le revêtement transgressif des poudingues triasiques qui constituent la base du Phou P'an et du Phou Ko.

e) *Coupe de Ban Theun au Co Ca Reng et au Dong Tho, en aval de Chuc A.*

Nous allons décrire maintenant la coupe que nous avons relevée suivant un trajet circulaire, qui part de Ban Theun sur le Nam Noi et se dirige dans le coude du Ngan Sau, au point où cette rivière franchit, au fond d'une gorge étroite, la petite chaîne du Dong Tho. Cet itinéraire convexe au sud-est, suit le contact de la nappe, soit que ce dernier se fasse avec son substratum ou avec le granite carbonifère, soit qu'il se fasse avec sa couverture anthracolithique ou triasique.

De Ban Theun nous allons suivre d'abord la piste très fréquentée qui se rend au village de Ban Beuc, après avoir franchi l'arête qui sépare la vallée dn Nam Noi de celle de son affluent rive gauche le Nam Pheo.

Passée la plaine de Ban Theun, le sentier s'engage au sud-est sur des pentes douces et boisées, de granites et de diorites quartzifères, qui ne tardent pas à laisser la place, à leur partie supérieure, à du quartz filonien, puis à des micaschistes à fibrolite très écrasés et à des brèches cristallines, pouvant provenir de l'écrasement de granites. Ces brèches affleurent au passage d'un petit col qui domine la plaine de Ban Theun de 50 mètres environ (cote barométrique 685). Au pied oriental du col, les diorites quartzifères reparaissent. Une nouvelle montée d'une vingtaine de mètres amène sur des micaschistes noduleux qui pendent de 10° au nord-est ; au delà, le sentier longeant de très près le contact

des granites et des micaschistes recoupe tantôt l'une, tantôt l'autre de ces formations. Dans cette région, les granites sont monzonitiques, ils contiennent, avec de la biotite et du quartz, du microcline et de l'oligoclase, souvent aussi de la hornblende et du zircon.

Passé le col principal à 695 m. le sentier tourne à l'est pour rejoindre le Nam Pheo, la formation dominante est toujours constituée par des micaschistes ; en un point, il s'y intercale des brèches de granite, puis des granites à muscovite et à grenat qui sont également écrasés, ce qui est l'indice de mouvements postérieurs à leur mise en place. C'est ainsi que l'on atteint Ban Beuc, village édifié sur des micaschistes à minéraux, mais très près du granite.

Nous allons suivre au delà de Ban Beuc une piste qui se tient le plus souvent sur la rive droite du Nam Pheo qu'elle remonte vers l'est, puis dans sa partie terminale vers le nord-est, pour franchir la chaîne frontière au pied nord-ouest du Co Ca Reng par 900 m. environ d'altitude.

La vallée du Nam Pheo, creusée à la limite de la région cristalline très résistante aux actions des eaux de surface, et du trias transgressif gréseux et argileux, est une vallée monoclinale ou subséquente, son versant septentrional cristallin, en pente relativement douce, s'oppose à son versant méridional disposé en côte abrupte.

Jusqu'au delà du village So de Ban King, le sentier se tient comme précédemment à la limite des granites et des schistes cristallins représentés en grande partie par des micaschistes avec ou sans fibrolite et plus rarement par des gneiss. Au sud de Ban King, entre ce village et la plaine d'alluvions aurifères de Thuong Ac, une intercalation de gabbro vient se placer entre les schistes cristallins et le granite ; la présence de cette roche, de même que certains écrasements dans les granites, ainsi que l'allure assez régulière du contact des micaschistes et des granites font songer à l'existence d'une surface de décollement postérieure à la mise en place des granites, suivant laquelle la nappe aurait glissé sur la roche éruptive. Ce décollement est à rapprocher de celui qui s'observe à la limite nord du massif granitique du Phou Sao entre Ban Sa Noi et Xieng Khouang.

Au delà de Thuong Ac, le sentier traverse une zone complètement broyée comprenant des brèches cristallines, des gneiss à andalousite, des micaschistes, des cornes, des amphibolites et des quartzites à minéraux ; de petites intrusions de granites à deux micas et de granites à muscovite percent ce complexe qui se suit jusqu'au col où il est recouvert par les poudingues et le terrain rouge du trias transgressif.

En Annam, le sentier qui se dirige dans l'ensemble au nord-nord-est, en franchissant arêtes et vallées, traverse une région sauvage et très boisée, d'accès difficile, sans villages ni cultures, au milieu de laquelle sont établies quelques cases misérables, le plus souvent isolées ; ce pays est habité par la population la plus primitive, mais peut-être la plus accueillante et la plus robuste que nous ayons rencontrée entre les 17ème et 20ème parallèles. Cette race, qui vit là sous la domination des So de Muong Bam, se désigne elle-même sous le nom de Kha Mo.

Entre la frontière et Ban Sone, hameau de deux cases, le sentier traverse, sur près de deux kilomètres, du trias disposé en synclinal à peine déprimé suivant une génératrice dirigée au nord-ouest. Dès qu'on quitte, au nord, les poudingues de cette formation vers la cote 900, on retrouve soit les micaschistes noduleux, soit une

formation qui occupe une position intermédiaire, entre les micaschistes et les poudingues, où elle a été réduite, par l'érosion, à quelques lambeaux peu étendus. Ce sont des calcaires noirs, laminés, avec lydiennes, légèrement plissotés horizontalement et contenant du mica, ils sont donc un peu métamorphisés. Par suite de leur aspect et de leur position nous avons attribué ces calcaires à la base de l'anthracolithique.

De Ban Sone, une petite course sur la piste de Muong Bam permet de se rendre compte de l'existence vers l'est d'un dernier affleurement de granite se trouvant au contact des micaschistes, qui paraissent avoir glissé un peu au-dessus.

Reprenons notre marche vers le nord.

De Ban Sone, situé vers la cote 360, le sentier remonte dans les micaschistes jusqu'à la cote 635, où affleurent au-dessus en couches presque horizontales, des schistes jaunes nuancés de vert, des grès un peu ferrugineux, puis de nouveau des schistes clairs; l'ensemble qui ne tarde pas à pendre de 30° à 40° au nord-est, puis ensuite de 5° au sud-ouest, se suit sur le parcours d'arêtes, qui monte un peu au-dessous de la cote 900 pour redescendre à 400 m. en arrivant au hameau de Vin Ca Xeng, composé de quatre cases habitées par la même famille. Quelques micaschistes affleurent dans ce bas-fond. Cette série de schistes et de grès, qui paraît siluro-dévonienne, se suit encore assez longtemps vers le nord, puis fait place, après un petit col, à des calcaires noirs qui reposent sur une série de schistes gris ou noirs et de grès qui pendent assez fortement au nord-est. Sur une certaine distance, les grès, qui sont probablement des grès du dévonien supérieur autochtone, dominent ; ce n'est que beaucoup plus bas qu'apparaissent des schistes gris ou violacés un peu gréseux qui dessinent un petit synclinal pincé dans le dévonien gréseux, au fond de la plaine de Xom Quat. Ces schistes, qui doivent se relier au sud-est avec les schistes gréseux de l'anthracolithique du Rao Cay, appartiendraient à cette formation.

Au delà de Xom Quat et jusqu'au Ngan Sau, le sentier se tient presque constamment dans les grès du dévonien supérieur contre lesquels viennent, aux abords de la plaine de Chuc A. des schistes gris et jaunes du dinantien. La coupe se continue plus loin par celle du Dong Tho déjà donnée dans la stratigraphie des dépôts anthracolithiques.

Cette coupe de Ban Theun au Ngan Sau nous a permis de délimiter, avec une certaine approximation, le contour de la nappe hercynienne vers l'est et d'observer des anomalies de contact entre elle et les granites carbonifères, qui lui sont postérieurs ; ce qui nous a fait penser à des glissements post-hercyniens de la nappe.

Nous avons ensuite reconnu l'existence, au-dessus du cristallin charrié, de témoins de calcaires avec lydiennes, possédant les caractères de certaines formations viséennes. Enfin nous avons vu l'ensemble : nappe, granite et calcaires viséens, disparaître sous les poudingues du trias transgressif.

f) Résumé.

Au point de vue du matériel constituant, le complexe cristallin de la nappe hercynienne présente des caractères qui lui sont propres ; ses éléments appartiennent à une série métamorphique complète au départ d'un granite très acide ; les roches vertes y sont tout à fait l'exception ; de plus, elle porte des traces

d'écrasement intense qui se sont manifestées par la production de brèches de granites et très probablement d'ortho-gneiss.

Les granites d'âge carbonifère qui ont percé ce cristallin s'en séparent nettement, d'abord par leur allure intrusive et la plus grande fraîcheur de leurs éléments, dont les feldspaths, entre autres, sont plus rarement altérés en muscovite, ensuite par leur composition dont le terme moyen est un granite monzonitique, — avec microcline et oligoclase comme feldspaths dominant, — pouvant passer à des granodiorites, puis à des diorites avec ou sans quartz ; enfin les granites carbonifères ne sont pas écrasés ; ce n'est que dans les régions où les mouvements secondaires ont été les plus violents qu'on y observe des traces de laminage et, plus exceptionnellement, des parties brèchoïdes.

Quant à la position du complexe cristallin, elle est bien déterminée. Par sa base, il repose anormalement sur un substratum comprenant du dévonien autochtone plissé et quelques poudingues de l'anthracolithique inférieur ; il est donc bien charrié. Sa couverture normale est constituée par des schistes et grès du siluro-dévonien, qui reposent eux-mêmes assez souvent sur le même substratum. L'ensemble, cristallin et siluro-dévonien ne constitue donc qu'une seule et même nappe dont les différentes parties ont pu, au cours de leur mise en place, se déplacer plus ou moins vite les unes par rapport aux autres ; ainsi s'expliquerait le débordement du cristallin par le siluro-dévonien et, au sein même du cristallin, le débordement du noyau granitique et gneissique par les micaschistes. Par suite, de cette disposition en une seule nappe, la limite supérieure du complexe cristallin est également celle du complexe siluro-dévonien. Or nous avons vu que ces deux éléments de la nappe étaient recouverts, soit par des lydiennes du viséen, soit par des calcaires avec lydiennes de cette époque ; la mise en place de la nappe se situe donc bien entre les dépôts les plus bas du dinantien et le sommet de cette période.

Du plan et de la position de la nappe hercynienne peut-on en déduire ses limites ? doit-on la considérer comme une nappe du premier genre de M. Termier [62] ou comme le front d'un pays qui en aurait débordé un autre en passant par dessus ? Nous essayerons, plus tard, de répondre à ces questions.

D. — La structure de la vallée du Nam Mo et de la région de Muong Mo.

Les régions qui font l'objet de ce paragraphe correspondent au synclinal triasique du Nam Mo et à ses bordures paléozoïques et cristallines du Phou Sao et du Phou Lai Leng.

Nous avons souvent parlé de cette région dont nous avons même donné une coupe (fig. 14, pag. 160) en faisant l'étude du complexe gréso-schisteux de l'anthracolithique; pour être plus complet, il nous suffira donc de prolonger cette coupe au sud-ouest et de parler de certains contacts et de certaines intrusions basiques.

Les granites qui constituent le flanc oriental du Phou Sao, et que nous avons suivis depuis Ban Tak jusqu'à l'ouest de Ban Sop Hang, en passant par Muong Moc et

Muong Mo, présentent partout les mêmes caractères, ils sont souvent porphyroïdes et se tiennent au voisinage du type monzonitique. Les écrasements y sont rares, les plus fréquents, qui n'atteignent que des zones de faibles épaisseurs, s'observent aux environs de Muong Mo et de Ban Den Muong, près du contact des calcaires supposés dévoniens.

La coupe relevée entre le granites du Phou Sao et le trias du type bas-laotien, qui constitue ou paraît constituer en grande partie les pentes du versant oriental de la vallée du Nam Mo, est intéressante au point de vue des mouvements secondaires ; de plus elle complète, pour la partie occidentale, la coupe des environs de Ban Sop Hang déjà donnée.

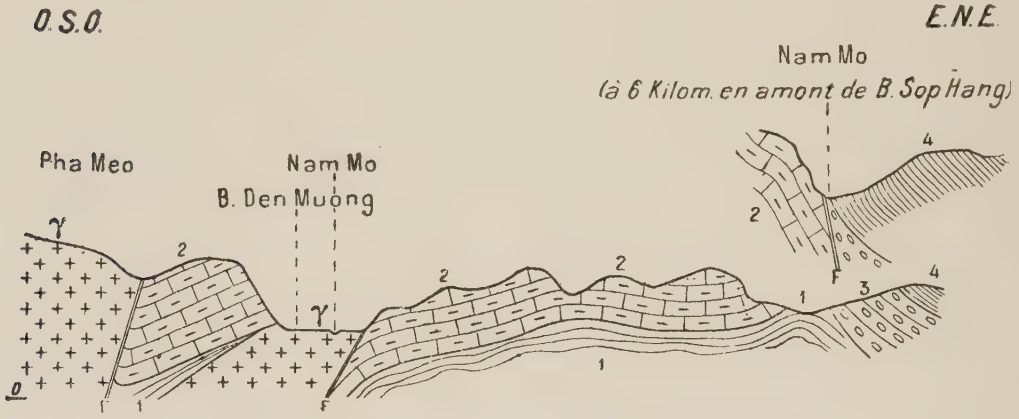


Fig. 32. — *Coupes de la vallée du Nam Mo à Ban Den Muong, et à 6 km. en amont de Ban Sop Hang.*

Echelle approximative : 1/33 000.

Légende : 1. Schistes siluro-dévoniens ; 2. Calcaires marmorisés, supposés dévoniens ; 3. Poudingues triasiques ; 4. Terrain rouge du Trias ; γ. Granite.

Voici celles que nous avons relevées à Ban Den Muong et un peu plus en amont.

Sur la rive gauche du Nam Mo, des masses de calcaires blancs, marmorisés, présentant des traces de laminage et d'écrasement, sont moyennement inclinées à l'ouest-sud-ouest et viennent buter, dans cette direction, contre les hautes masses granitiques du Pha Meo ; le contact qui se fait donc par faille, trahit un léger chevauchement des calcaires par le granite.

Dans le lit même de la rivière, les granites affleurent encore sous les calcaires, au contact on peut voir en quelques points des paquets de schistes jaunes ou de grès plissotés qui, plus au sud, en aval de Ban Hang, constituent tout leur substratum. Sur la la rive droite, les calcaires se développent à nouveau, ils sont un peu ondulés, leur pendage d'ensemble qui se fait à l'ouest-sud-ouest est plus incliné aux abords de la vallée, il semble donc bien qu'encore ici, une seconde faille, disposée semblablement à la première, sépare les granites du lit du Nam Mo des calcaires de sa rive droite.

Plus à l'est, quelques observations faites au sud permettent de se rendre compte que les calcaires que nous supposons dévoniens, s'appuient sur les schistes déjà

rencontrés, et qu'ils ne reparaissent plus dans cette direction, les poudingues du trias venant directement au contact de cette formation schisteuse, probablement siluro-dévonienne.

Plus au nord, un peu en aval de la résurgence du Nam Sane (de Ban Then Poun) à 6 kilomètres environ à l'ouest de Ban Sop Hang, les calcaires plongent presque verticalement à l'est sous le terrain rouge de trias. Ce contact paraît encore anormal.

En passant, nous citerons la présence d'ophites parmi les cailloux roulés, recueillis dans les alluvions du Nam Sane à sa résurgence même ; il semble bien que ces éléments venus de l'amont, appartiennent au contact du granite et des calcaires.

La suite de cette coupe vers l'est, ainsi que nous l'avons dit, est celle de la figure 14, page 160 ; on y voit le terrain rouge et les poudingues triasiques s'appuyant sur quelques couches de rhyolites laminées, qui passent par leur base à des grès schisteux et pyriteux.

En aval de Bang Sop Hang, cette formation, qui se complète par des grès schisteux et feldspathiques, vient s'appuyer à nouveau sur les calcaires supposés dévoniens, toujours blancs et marmorisés, au-dessous desquels apparaissent des schistes siluro-dévoniens que percent des écailles de granite. Le pendage qui est passé du sud-ouest au nord-est, dans cette région, devient de moins en moins accusé ; au moment où, près du Nam Khien, les grès schisteux de l'anthracolithique viennent recouvrir le siluro-dévonien, il est peu incliné sur l'horizontale. Ces grès schisteux qui constituent, sur une assez grande hauteur, les pentes inférieures du plateau Meo de Nong Et, sont beaucoup plus laminés à leur base ; le long du Nam Khien, des couches de rhyolites très écrasées, disposées suivant la direction de la rivière, s'y intercalent ; elles paraissent former, en ce point, la charnière d'un synclinal couché à flanc inverse, très étiré, qui correspondrait *au chevauchement et presque au charriage du plateau de Nong Et.*

Nous avons laissé, dans cette coupe, certains paquets de calcaires jamais marmorisés qui se tiennent entre les marbres du dévonien de chaque côté de la vallée, à une certaine hauteur au-dessus du lit de la rivière. Ces calcaires disposés presque horizontalement, dans l'axe du synclinal du Nam Mo, reposent soit sur le trias, soit sur les rhyolites, soit sur la série gréso-schisteuse anthracolithique. Nous y avons reconnu, près du contact, l'existence assez continue d'une brèche à éléments calcaires et siliceux avec un peu de séricite. Ces calcaires sont évidemment charriés; mais leur âge est inconnu; ils sont peut-être ouraliens. Il faut attendre pour se prononcer sur eux, d'être fixé sur l'âge des calcaires situés un peu plus au nord dans les environs de Ban Tin Xan et sur ceux plus étendus qui revêtent le plateau de Nong Et.

Cette coupe revèle toute la structure du Nam Mo, et d'une partie de celle de son tributaire le Nam Khien ; voyons rapidement quelle en est la signification.

Le plateau de Nong Et, poussé au sud-sud-ouest, déborde la bordure septentrionale du Phou Lai Leng, suivant un plan de chevauchement ou entrent des rhyolites et des grès schisteux de l'anthracolithique très écrasés.

En se propageant vers le sud-ouest, ces mouvements ont amené l'arrivée en surface d'une lame de granite arrachée en profondeur et ont produit le rapprochement des deux bords du synclinal du Nam Mo.,

La résistance opposée à cette marche, vers l'occident et le sud, par le massif du Phou Sao paraît avoir occasionné des actions en retour, qui se sont manifestées par la formation de cassures, suivant lesquelles le synclinal du Nam Mo a été légèrement débordé par le granite.

La présence, dans les environs de Ban Sop Hang, de paquets de calcaires d'âge indéterminé, indubitablement charriés, n'est pas liée directement à ces mouvements ; il semble plutôt que ces lambeaux de charriage viennent du nord-ouest.

Cependant tous ces mouvements intéressent le trias ; ce sont donc des mouvements postriasiques.

Pour compléter les renseignements que nous possédons sur la structure de cette région, nous dirons quelques mots sur les schistes violacés et sur leur contact avec le granite dans la haute vallée du Nam Sane, puis nous terminerons par quelques observations sur la signification des roches basiques du Phou Sao, au sud-est de Xieng Khouang et à l'ouest de Muong Moc.

Nous avons déjà mentionné (p. 182), en faisant l'étude des dépôts triasiques, les schistes violacés que nous connaissons dans la région Meo qui s'étend entre le Nam Khien et le Nam Sane. Lithologiquement, ils sont dans certaines de leurs parties tout à fait semblables à ceux de la série gréso-schisteuse de l'anthracolithique ; il ne s'en séparent que par des intercalations de calcaires marneux jaunes ou violets et de calcaires, le plus souvent gris et laminés, qui font songer, dans quelques cas, à l'ouralopermien. Ces schistes violets sont au contact de l'anthracolithique gréso-schisteux généralement lustré et contenant des intercalations de calcaires construits gris ou noirs.

Dans la vallée du Nam Khien, les schistes violets viennent au contact de rhyolites qu'ils dominent peut-être stratigraphiquement, mais à coup sûr tectoniquement.

En certains points, qui paraissent se placer en clé de voûte d'anticlinaux, nous y avons noté l'existence de poudingues schisteux laminés, qui sont de véritables schistes amygdalaires. Cette série schisteuse avec calcaires subordonnés, souvent très laminée, poussée au sud-ouest, puis au sud et même au sud-est, vient, au delà de Ban Then Poun sur le Nam Sane, s'appuyer sur des ophites laminées partiellement, qui les séparent des granites du Phou Sao.

Suivant ce contact avec le cristallin, qui peut se suivre jusqu'au delà de Ban Sa Noi, sur l'ancien chemin de Muong Sen à Xieng Khouang, le laminage des schistes violacés atteint son maximum avec un pendage qui va, de 75° au nord, jusqu'à la verticale. Dans cette région, les granites porphyroïdes présentent des micas tordus et des quartz à extinction roulante. Aucun métamorphisme ne s'observe, il semble donc que les schistes violets, postérieurement à leur dépôt, aient glissé sur la surface du granite en même temps que, entre les deux parois en friction, des ophites étaient injectées, puis laminées elles-mêmes, après leur intrusion, par suite de la continuation des mouvements.

Ceux-ci qui sont postérieurs à la couverture post-hercynienne sont secondaires. Ce sont les mêmes qui ont occasionné les fractures et les petits chevauchements de la vallée du Nam-Mo.

Passons maintenant aux affleurements de roches basiques situés plus au sud.

Le plus important occupe une dépression bien cultivée et peuplée de Thai Pouon, qui s'aligne en direction sud-sud-est le long du Nam Lin Suong. L'altitude de ce bas-fond varie un peu entre 1.160 m. et 1.300 m. alors que les masses granitiques qui

le bordent, montent de 1.500 à plus de 2.000 mètres. Quelques micaschistes de contact, des pyroxénites et surtout des gabbros à grands éléments et des ophites, garnissent le fond de cette dépression. L'allure de ces dernières roches, toujours très fraîches et non écrasées de même que leur disposition trahissent l'existence d'une fracture postérieure à la mise en place du granite ; cet accident, probablement du même âge que le décollement de la bordure nord du Phou Sao, aurait permis, comme lui, l'ascension du magma basique, mais n'aurait pas rejoué plus tard, puisque les écrasements qui s'observent dans les ophites de Ban Sa Noi, ne se retrouvent pas ici.

C'est le même phénomène qui aurait causé, à l'ouest de Muong Moc, la production de deux fractures dirigées au nord-ouest parallèlement aux bordures du Phou Sao, puis leur remplissage par des gabbros et des ophites, également non écrasés.

Considérations d'ensemble sur les mouvements reconnus dans la vallée du Nam Mo.

Laissons de côté le synclinal du Nam Mo dont l'existence est rendue évidente par des dépôts anthracolithiques et triasiques qui se raccordent avec les formations de mêmes âges que nous avons recoupées au sud, dans les vallées du Nam Tak, du Nam Muon et du Nam Tiouen.

L'ensemble des dislocations qui intéressent la région comprise entre le bas Nam Mo et Xieng Khouang, se compose de cassures, de plis et de chevauchements, dirigés les uns au sud-ouest, les autres au sud ou au sud-est, et paraissant tous du même âge.

Voici, à notre sens l'explication de cette disposition, qui nous paraît la plus logique.

Considérons d'abord l'allure déprimée et peu résistante : 1°/ de la région située, sur la transversale est-nord-est, au nord des masses granitiques du Phou Sao et du Phou Lai Leng; 2°/ des synclinaux du Nam Mo et du Song Ca, par rapport à ces masses cristallines.

Si nous admettons, comme nous l'avons déjà fait, l'existence de poussées énergiques dirigées au sud-est, les résultantes de ces pressions se traduiront par des refoulements qui auront tendance à faire déborder les masses cristallines par les sédiments plus plastiques des régions déprimées situées au nord-ouest, et à charrier, entre ces horst, des lambeaux de nappes.

Compris de cette façon, les chevauchements du Phou Sao et du Phou Lai Leng, de même que les petits charriages de Ban Sop Hang reçoivent une explication suffisante, et ils apparaissent bien tous du même âge.

Les phénomènes en retour que nous avons relevés près de Ban Den Muong, à la bordure nord-ouest du Phou Sao, s'expliquent probablement, ainsi que nous le verrons plus tard, par l'action plus pressante de poussées venues du Phou Huat et agissant au sud-ouest.

E. — Les caractères structuraux des massifs côtiers du Ha Tinh et de la Porte d'Annam et les fractures du Rao Nay et du Huong Khe.

La région qui va nous occuper maintenant, comprend une bande régulière d'une largeur un peu inférieure à 40 kilomètres ; elle est située parallèlement au littoral, entre Vinh, au nord et Badon, au sud ; sa direction légèrement incurvée à l'est-sud-est, varie peu autour de 45°. Les cours du Rao Nay et du Ngan Sau en constituent sensiblement sa limite sud-occidentale.

C'est une région moyennement accidentée, constituée :

1°. — par une chaîne principale qui augmente progressivement d'importance en approchant du sud-est, c'est-à-dire de la Porte d'Annam ;

2°. — par de petits massifs cristallins disposés en îlots sur le bord de la mer au milieu de la plaine littorale .

Deux plaines maritimes, l'une au nord, dans les environs de Hatinh, la seconde au sud, entre Ron et Badon, et une plaine intérieure, celle du Huyen du Huong Khe, en constituent les parties cultivées et, pourrait-on dire, les seules qui soient habitées, en dehors des vallées étroites du Rao Nay et du Ngan Sau et des petits centres de Vong Lieu et de Xuan Son.

Au point de vue géologique, cette région correspond à la partie méridionale du géanticlinal du Phou Lai Leng et, probablement aussi, au synclinal médian qui le sépare du géanticlinal du Phou Sao.

Le géanticlinal du Phou Lai Leng se reconnaît à ses amygdaloïdes granitiques disposés parallèlement suivant quatre digitations qui sont du sud au nord : la digitation du Rao Nay, les petits massifs de la Porte d'Annam, celui du Cap Dan, puis celui de Benthuy. Ces digitations, dirigées au nord-ouest tendent à converger et à se rejoindre à l'ouest du moyen Song Ca (Do Luong). Elles sont séparées par des synclinaux d'importance inégale, occupés par des dépôts anthracolithiques très épais, des coulées de porphyres quarztifères et quelques témoins de trias, réduits le plus souvent aux poudingues de base ; le substratum anté-hercynien n'affleure que tout à fait exceptionnellement. Tous ces terrains sont plissés, parfois très énergiquement ; ces plissements qui ont produit l'écrasement de certaines parties des massifs granitiques et parfois leur rupture, sont généralement orientés au nord-ouest ; cependant, dans le massif de Benthuy, de même que dans les rochers du Cap Mui Ron et dans la région située au sud-ouest de Ky Anh, l'existence de poussées dirigées au sud-est est évidente.

Toute cette région vient s'appuyer sur le géanticlinal du Phou Sao suivant un contact faillé, *la faille du Rao Nay*, qui, en s'avançant vers le nord-ouest, se transforme en plan de chevauchement, après avoir produit une sorte d'étoilement dans la plaine de Huong Khe, transformée de ce fait en champs de fractures en même temps qu'en bassin d'effondrement. Cette dernière disposition est attestée par la présence de

petits bassins lacustres avec lignites, d'âge sans doute miopliocène, dont l'existence aurait été la conséquence du rejeu des fractures.

Ces mouvements, qui intéressent le trias, sont secondaires ; ils font partie de l'ensemble des dislocations post-hercyniennes dont nous avons noté partout la présence.

Dans cette région, il n'est pas possible de parler de mouvements hercyniens ; ceux-ci ne paraissent pas avoir laissé d'autres traces que les lignes directrices de leur plan, conservées dans l'alignement nord-ouest des digitations granitiques.

Nous allons passer maintenant à la description des parties les plus intéressantes de cette région ; ce travail sera grandement facilité par ce que nous avons été amené à dire, dans la partie stratigraphique de cette étude, au sujet de l'anthracolithique et des roches cristallines ou éruptives.

a) *L'effondrement du bas Rao Nay.*

Au nord-ouest de Badon, dans les collines du Mong Ga, la série gréso-schisteuse anthracolithique très plissée, presque verticale, est percée par une lame de microgranites de bordure très écrasée et très étroite, s'alignant de l'ouest à l'est ; cette lame qui vient de la profondeur correspond à une fracture ou mieux à un léger chevauchement.

Au sud de cet accident et jusqu'au Rao Nay, la région chevauchée se compose en grande partie de rhyolites avec, coincés sur les hauteurs, de petits synclinaux de poudingues triasiques. L'anthracolithique y dessine un affleurement triangulaire très allongé à l'ouest de Thanh Son, où il est placé à la clé de voûte d'un anticlinal déversé au sud, il possède des caractères un peu spéciaux, il n'est pas gréso-schisteux comme d'habitude, mais comprend essentiellement des schistes violets (1) à la base et des lydiennes avec schistes noirâtres subordonnés au sommet, c'est-à-dire au-dessous des rhyolites. Ces schistes avec lydiennes font à n'en pas douter le passage de l'anthracolithique gréso-schisteux au viséen de la région de Qui Dat, qui se développe sous la forme de lydiennes à une faible distance, au sud-ouest de la vallée du Rao Nay.

Au sud du trias qui affleure en bordure du Rao Nay où il descend jusqu'au fond de la vallée, il n'est pas possible de voir autre chose que des îlots de calcaires ouralo-permiens poussés presque verticalement vers le sud, où ils viennent s'écraser, soit contre les grès dévoniens du Ru Ong Cai, soit contre les lydiennes du viséen, suivant la cassure du Rao Nay (page 241).

b) *Le massif de la Porte d'Annam.*

Au nord de ce compartiment effondré et poussé vers le sud, la région synclinale, presque entièrement composée de schistes violets, qui s'étend entre le Mong Ga et Hung Son, est affectée de plis très inclinés, d'abord vers le sud, puis vers le nord jusqu'au

(1) Rappelons que les mêmes schistes violets nous ont livré à La Khe, une faune nettement viséenne.

sud du village précité, où ils dessinent un anticlinal, puis un dernier synclinal très laminé au nord contre le granite de la chaîne du Ba Coc ou de la Porte d'Annam. Ce synclinal est comblé par des microgranites très écrasés, auxquels viennent s'ajouter, en quelques points, des rhyolites.

A l'est, ces roches éruptives acquièrent une très grande importance ; leur largeur en affleurement atteint 6 kilomètres au point où elles quittent la direction est-sud-est pour prendre le nord-est et contourner le Ba Coc dans la direction de la Porte d'Annam ; en atteignant celle-ci, elles reviennent vers l'est et vont se perdre dans la mer.

Le long de ce trajet, les écrasements et les laminages sont partout très intenses, les plus beaux peuvent s'observer facilement dans les affleurements qui sont situés sur la route mandarine même, au passage de la Porte d'Annam.

Revenons à l'ouest. La zone synclinale des microgranites, si simple en apparence, se montre formée par une série de synclinaux étroits qui s'effilent en divergeant un peu, parallèlement à la bordure méridionale des masses granitiques du Ba Coc et du Ru Ba Hoi. A l'ouest de Xuan Son, ces porphyres quartzifères disparaissent pendant un temps par suite d'un relèvement axial qui les sépare d'un autre affleurement constitué presque entièrement par des rhyolites, contournant, à une certaine distance au sud, la bosse de granite située au sud de Xom Da Co.

Ces rhyolites comblent ici un synclinal replissé verticalement, dont les flancs sont occupés par des schistes violets avec quelques lydiennes subordonnées (fig. 26, pag. 203). Plus à l'ouest et au nord-ouest, les porphyres quartzifères disparaissent jusqu'à la route de Hatinh à Phuc Trach. Cette disparition, qui coïncide sensiblement avec celle des granites sur la même transversale, témoigne *des relations qui existent entre la présence des masses granitiques et les éruptions acides* qui ont suivi, à des époques peu éloignées, la mise en place de ces roches profondes.

Reprenons notre marche vers le nord. Les massifs granitiques du Ba Coc et du Ru Ba Hoi dépassés, nous pénétrons dans une nouvelle zone rhyolithique et schisto-gréseuse dont la bordure méridionale moule la bordure septentrionale du granite. Des écrasements particulièrement intenses dans la zone de contact ont amené la formation de plis aigus qui se traduisent en plan par des affleurements de longues bandes effilées comme celles que nous avons observées sur le versant méridional du Ba Coc et du Ru Ba Hoi.

Au sud de Ky Anh, une petite aire anticlinale plissée, qui se termine à l'ouest par un petit dôme de granite, se place en coin entre deux digitations synclinales de rhyolites dirigées au nord-est et le gros affleurement que constituent ces porphyres entre la route mandarine au nord et les pentes méridionales du Ru Dong Chua au sud-est.

Dans toute cette région les écrasements sont toujours très intenses aussi bien dans la série gréso-schisteuse, coupée et recoupée de filons de quartz de toutes dimensions, que dans les rhyolites. Les pendages, généralement très accusés, se font le plus souvent au nord-ouest, au nord du Ba Coc, et au nord-est, au nord du Ru Ba Hoi.

Le contact de cette région avec les masses granitiques du Cap Dan, se fait suivant un plan de chevauchement indiquant des poussées au nord-est, c'est-à-dire des phénomènes en retour. Nous allons bientôt voir ce contact, mais avant, nous dirons quelques mots sur le massif acide du Cap Mui Ron.

Ce petit massif est entièrement constitué par des rhyolites et des microgranites, ces derniers, qui passent aux rhyolites, se font aussi remarquer dans certaines de leurs parties par de très grands éléments de quartz et de feldspath aux bords corrodés. Des zones d'écrasement irrégulièrement distribuées s'y remarquent. L'ensemble qui plonge au nord ou au nord-ouest, vers le nord, et au sud, dans la partie méridionale du massif, est tordu et cassé ; l'angle de rebroussement occidental qui est le plus visible, correspond à une fracture dirigée nord-nord-est et jalonnée par un épais filon de quartz qui dessine une crête aigüe et étroite, en saillie au milieu de la dépression suivie par le chemin de Du Yen Tay à Vinh Trung. Cette torsion est nettement indiquée par la topographie ; c'est elle qui a produit la concavité, regardant au nord-ouest, de la partie orientale du massif et celle qui, dans sa partie occidentale, fait face au sud.

c) *Le contact des massifs de la Porte d'Annam et du Cap Dan.*

Le massif de la Porte d'Annam est séparé du cristallin du Cap Dan par la plaine de rizières de l'Hoi Danh, sur laquelle circule la route de Vinh à Dong Hoi. Par suite de cette disposition, le contact des deux massifs est généralement masqué. On peut cependant le reconstituer grâce à deux coupes parallèles, dirigées au nord-nord-est : la première entre le Nui Loi Tien et le plaine située au nord du Nui Can Huong et la seconde à l'ouest de Tuan Thuong entre la route et les pentes granitiques du Cap Dan.

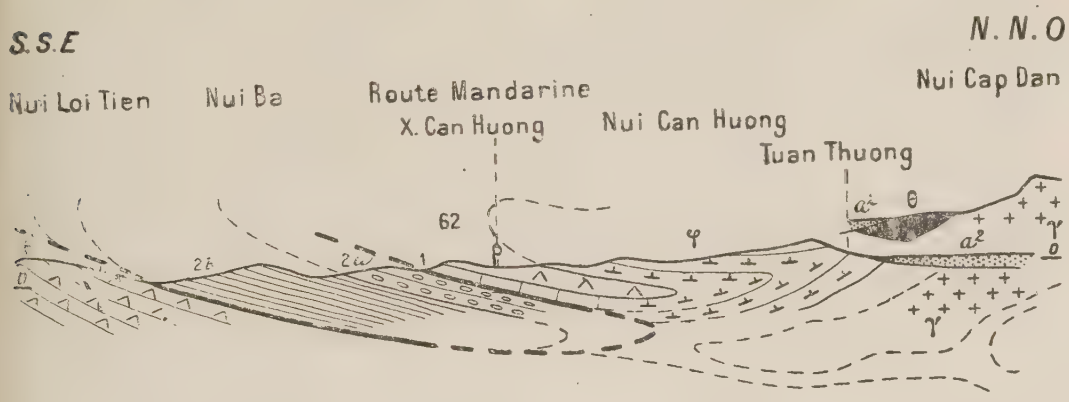


Fig. 33. — *Coupes au droit de Xom Can Huong et du Tuan Thuong.*

Echelle : 1/50.000

Légende : 1. Calcaires paléozoïques ; 2. Trias : 2a. Poudingues, 2b. Terrain rouge ; γ. Granite ; θ. Ophite ; ρ. Rhyolites ; φ. Cornes à pyroxène, feldspathisées. (Le pointillé indique la partie hypothétique de la coupe).

Voyons successivement ces deux coupes :

Le Nui Loi Tien est entièrement constitué par des rhyolites à quartz globulaires, très laminées qui disparaissent, avec une inclinaison assez faible au nord-est, sous des schistes rouges triasiques passant à des poudingues brèchoïdes sur les pentes septentrionales du Nui Ba. Ce trias, qui paraît renversé et disposé anormalement sur les rhyolites, s'enfonce, à partir d'un petit col situé au sud de la cote 62, sous une mince série de calcaires noirs, laminés et amygdalaires, inclinés de 25° au nord-nord-est. Ces calcaires qui sont anthracolithiques ou dévoniens, sont recouverts par des rhyolites encore très laminées, qui se suivent jusqu'à la route mandarine avec une inclinaison très modérée au nord. Après une petite interruption apparaissent des cornes à pyroxène, feldspathisées pendant semblablement aux rhyolites qui paraissent bien passer dessous. La roche métamorphique verte constitue ensuite tout le Nui Can Huong ; à l'extrémité nord de la montagne, le pendage qui se faisait au nord, passe vers le sud en restant toujours assez faible.

Ici s'arrête la coupe, au-delà et jusqu'à la mer ce ne sont que des rizières puis des dunes. Pour voir le contact avec le granite il faut aller à l'ouest de Tuan Thuong. Là, il est facile d'observer, entre la route et les premières pentes granitiques du Cap Dan, l'existence d'une roche verte altérée et partiellement décomposée en fer, qui est une ophite. Cette roche n'est pas la seule de sa famille que nous connaissions dans ce massif, nous y avons déjà signalé (p. 199), plus au nord, un filon de microgabbros.

Rapprochons les renseignements fournis par ces deux coupes. Les cornes à pyroxène, feldspathisées, du Nui Can Huong sont probablement le résultat de la transformation de calcaires par l'intrusion ophitique. Les calcaires métamorphisés sont sans doute les mêmes que ceux du col au sud de la cote 62 ; il est en effet possible d'admettre le raccord des calcaires et des cornes par-dessous les rhyolites de la cote 62, elles occuperaient dans cette position les deux flancs d'un synclinal couché dont la charnière serait constituée par les rhyolites.

L'ensemble pourrait être considéré comme un pli couché au sud, puis refoulé au nord sur les granites du Cap Dan suivant un plan injecté de roches basiques. Ces mouvements, assez violents pour permettre les intrusions d'ophites et de microgabbros, auraient également produit des laminages intenses et la suppression des poudingues entre le terrain rouge et les rhyolites du Nui Loi Tien, puis celle des rhyolites entre les calcaires du col au sud de la cote 62 et les poudingues du versant nord du Nui Ba.

Ces plissements, qui intéressent le trias, sont bien secondaires ; ils permettent, en outre, de dater les roches vertes de cette région.

Les rhyolites des rochers de Yen Diem sont le prolongement de celles qui constituent la charnière synclinale de la cote 62.

d) La région de collines qui prolongent au nord-ouest le massif de la Porte d'Annam.

Au nord-ouest des massifs rhyolitiques et granitiques de la Porte d'Annam et du Cap Dan, et jusqu'au Song Ca, la région située au sud-ouest de la route mandarine présente une remarquable uniformité de constitution. On peut dire qu'elle est formée

presque en totalité par la série gréso-schisteuse anthracolithique affectée de plis assez serrés, le plus souvent à peine déjetés à l'ouest-sud-ouest; quelques paquets de poudingues triasiques très laminés, et, quelquefois aussi, un peu de terrain rouge se trouvent coincés dans d'étroites charnières synclinales, généralement conservées sur les crêtes. A partir de la route de Hatinh à Phuc Trach, une masse rhyolithique importante, allongée au nord-ouest, occupe un synclinal assez large qui se suit des environs de Hatinh jusqu'à proximité et au nord du Ngan Pho, où il disparaît après s'être dédoublé en se relevant. Son axe profondément érodé est occupé, entre My Khé et Van Tan, par le lit du Ngan Sau.

C'est dans cette région que nous avons signalé (p. 172) quelques couches d'anthracite dans le trias.

e) *Le massif de Benthuy.*

Nous désignons ainsi, la région rocheuse et dénudée qui s'étend en direction sud-est dans la province de Hatinh, entre la rive droite du Song Ca au sud de Benthuy et le village de Duong Luat sur le littoral.

C'est essentiellement une région granitique. Son revêtement sédimentaire très réduit ne s'observe guère qu'à sa périphérie.

Quatre dépressions dirigées suivant le méridien et creusées quelquefois jusqu'au niveau de la mer, le divisent en cinq tronçons.

Tout ce qui reste de la structure hercynienne de ce massif se trouve dans sa direction d'ensemble et dans la direction des bandes de sédiments qui le limitent au nord-est et au sud-ouest.

Toutes les autres dispositions, et en particulier le tronçonnement du massif, sont dues aux mouvements secondaires.

Dans sa description, nous étudierons de préférence ses bordures en commençant par sa bordure nord-orientale. Celle-ci émet un prolongement occidental dans le gros rocher qui s'étend au sud-ouest de la route de Vinh à Benthuy. Ce gros rocher est entièrement constitué par la série gréso-schisteuse de l'anthracolithique avec un grand développement des poudingues schisteux, complètement laminés. L'ensemble dirigé nord 45° à 60° ouest pend fortement au sud-ouest, l'inclinaison y est généralement plus grande au sommet qu'à la base. Deux fractures parallèles dirigées nord 5° est et remplies de quartz et de fer, sectionnent le massif suivant des plans d'écrasement plus intense, inclinés de 60° à 80° à l'ouest, qui paraissent correspondre à des décollements avec glissements.

Sur la rive droite du Song Ca, au sud du village de Thuong Thon, les faits sont plus compliqués. Il semble que l'on ait ici une série d'écailles presque verticales, inclinées le plus souvent au sud-ouest comme dans le rocher de Benthuy, mais comprenant ici des poudingues schisteux et des grès de l'anthracolithique, des lydiennes ferrugineuses du dévonien et des granites écrasés. Une fracture, au moins, dirigée comme précédemment, nord-sud, recouperait l'ensemble à peu de distance à l'est de la route. Cette cassure affaisserait la région orientale puisque les granites sont localisés ici à l'ouest, c'est-à-dire entre la route et la fracture.

Plus à l'est, au delà du col que franchit le sentier de Tam Xuan Thuong à Thuong Thon, la série gréso-schisteuse anthracolithique vient normalement au contact du granite suivant une zone métamorphique très étroite, de direction un peu sinueuse qui s'infléchit rapidement vers le sud à la bordure orientale du premier tronçon du massif.

Un couloir profond et étroit, inondé au nord, sépare ce tronçon du suivant.

Dans sa partie plus étroite située au nord, les granites viennent au contact de la série anthracolithique gréso-schisteuse suivant une courbe convexe au sud. La série sédimentaire, affleurant sur une largeur de 500 à 1000m, se relève au-dessus d'une série importante de roches basiques, gabbros et ophites, disposée en dôme sur les granites. Ces roches qui affleurent sur une largeur moyenne dépassant 2 kilomètres sont recouvertes au nord par des pyroxénites qui plongent fortement au nord-est.

Le troisième tronçon est séparé du précédent par une dépression qui s'élève à 200 mètres au passage d'un col; le granite qui le constitue, termine vers l'est les masses principales du massif de Benthuy, sa couverture sédimentaire nord prenant une direction sud-sud-est va s'introduire dans la dépression suivante qu'elle garnit en grande partie ; son contact avec les granites se fait suivant des surfaces presque verticales. Dans sa composition entre surtout l'anthracolithique gréso-schisteux ; cependant, au nord du village de Ham Anh, ce sont des lydiennes ferrugineuses, probablement dévoniennes, qui viennent au contact du granite. A son extrême pointe nord, une petite masse rocheuse constituée par des ophites se place, avec un pendage presque vertical au sud-ouest, vis-à-vis des roches basiques du deuxième tronçon, sur le flanc oriental de la dépression qui les sépare.

Les granites qui constituent à l'est et au sud-est les deux derniers tronçons, sont séparés par des dépressions littorales et ne comprennent aucun revêtement sédimentaire.

Poursuivons notre marche circulaire en longeant, du sud-est au nord-ouest, la bordure méridionale du massif de Benthuy.

La première coupe que nous avons relevée est celle des collines situées à l'ouest de Phu Luu Thuong. La partie nord comprend des granites qui passent au sud à des microgranites de bordure, portant des traces de laminage dirigées au nord-ouest avec pendage au sud-ouest ; un filon de quartz suivi d'une écaille de granite, très inclinée au sud sur la verticale, sépare la zone de microgranite de bordure d'une certaine épaisseur de schistes violets anthracolithiques qui plongent de 25° à 40° au sud sous les poudingues schisteux du trias à cailloux variables de composition et de formes ; ceux-ci contiennent de nombreux éléments arrachés au substratum anthracolithique. Ces poudingues sont assez peu inclinés au sud-ouest et au sud ; dans cette direction, ils se terminent dans la plaine de rizières de Ta Thuong. Cette bordure sédimentaire se suit sur 5 kilomètres de longueur dans les collines qui font partie de la terminaison méridionale du troisième tronçon du massif de Benthuy.

A l'ouest, les parties en regard des bordures des premier et deuxième tronçons sont constituées par des granites très écrasés passant par endroit à de véritables brèches. L'existence de ces écrasements de chaque côté de la dépression qui sépare les deux masses de granite fait supposer que leur interruption correspond à une grande fracture de direction voisine du nord-sud.

Assez loin au sud-ouest, les collines de Son Huy sont entièrement constituées par des poudingues avec terrain rouge, inclinés modérément au sud-ouest ; l'existence de plans d'écrasement, de même que la triple répétition des assises triasiques qui forment ces collines, trahissent une structure imbriquée avec plans de glissements faiblement inclinés au sud-ouest.

Toute la partie de la zone occidentale du massif de Benthuy qui est située entre Vinh Ninh et Nhan Xa, suivant une direction nord-nord-ouest, est constituée par des granites écrasés, riches en plagioclases, qui font penser à une bordure de massif rabotée par des terrains en mouvements à sa surface.

Pour terminer il ne nous reste plus qu'à parler du Nui Ngu Ma, dont les petites collines constituent les derniers éléments de la bordure du massif de Benthuy vers l'occident. Sa direction, qui est sensiblement nord-sud, correspond à celles des assises de poudingues triasiques qui le constituent. Ces poudingues, à ciment le plus souvent schisteux et violacé, comprennent avec des parties très laminées, d'autres à peu près intactes ; ils sont inclinés de 20° à 40° à l'ouest ; près de la pagode de Tam Xuan Thuong, ils s'appuient sur une faible épaisseur de grès schisteux et feldspathiques qui les sépare du granite.

De l'exposition des faits, qui précède, il est facile de dégager une double série de mouvements orogéniques. Les plus anciens, dirigés au nord-ouest, sont bien indiqués par la direction générale du massif et par ses bordures de sédiments, nord-orientale et sud occidentale. Les autres, trahissant des poussées venues en coin de l'ouest et du sud-ouest, ont produit :

1° des torsions suivis d'intrusions basiques dans la partie orientale du massif.

2° des décollements avec glissements de la couverture sédimentaire sur la roche granitique dans les bordures occidentale et méridionale.

3° des cassures nord-sud avec légers chevauchements, dans l'ensemble du massif. Ce sont ces accidents qui ont amené le tronçonnement que révèle la topographie.

Tous ces mouvements venus de l'ouest intéressent le trias, ce sont donc des mouvements secondaires.

f). Les fractures du Rao Nay et du Huong Khé.

Les massifs du Hatinh et de la Porte d'Annam viennent au contact de la nappe anté-viséenne et du pays de Qui Dat, suivant une surface presque verticale légèrement inclinée à l'est et à peine convexe en plan vers le sud-ouest; cette surface est une fracture ou mieux un plan de chevauchement. On l'observe avec la plus grande netteté dans la vallée du Rao Nay, c'est elle qui fait affleurer la longue et étroite bande granitique qui se suit, depuis un peu en amont de Minh Cam au sud-est, jusqu'auprès de Khe Net. Ces granites, que nous avons vu butant contre le paléozoïque de Qui Dat, supportent sur leur flanc oriental une autre série paléozoïque, comprenant des grès du dévonien supérieur, des schistes ou des lydiennes du dinantien, et

de l'ouralo-permien, le tout, plissé et poussé au sud-ouest, est séparé du granite par une zone de microgranites de bordure.

Nous avons vu qu'au sud de Minh Cam, cette cassure se dédoublait: l'une de ses branches filant à l'est-sud-est au contact du pays de Qui Dat et des calcaires ouralo-permiens du Rao Nay, l'autre branche, prenant la direction est, amenait encore en surface quelques lames de microgranites.

Au nord-ouest, après la disparition en profondeur de la digitation granitique du Rao Nay, la cassure paraît se résoudre en un faisceau de trois branches à la traversée du bassin de lignites du Huong Khé. La branche occidentale est jalonnée par deux lames des microgranites qui percent, l'une, l'anthracolithique et le dévonien autochtone, à l'ouest de Phuc Trach, l'autre, le siluro-dévonien schisteux à l'ouest de Nam Trach.

La branche orientale plus courte se reconnaît à quelques paquets de brèches à éléments calcaires qui se montrent, en quelques points, dans le lit du Ngan Sau et sur sa rive droite.

Enfin la branche médiane, la plus importante se suit fort loin jusqu'au delà du Ngan Pho où nous allons la retrouver plus tard. Peu visible dans sa partie méridionale, si ce n'est grâce à quelques paquets de brèches calcaires qui s'alignent dans la vallée du Ngan Sau et dans la plaine de Phuc Am Thon, elle sépare, plus au nord, le siluro-dévonien de la nappe, de l'anthracolithique gréso-schisteux de sa couverture, suivant un contact jalonné par des lames de granites écrasés et de microgranites de bordure ; en approchant du Ngan Pho, elle s'incline davantage sur l'horizontale, en même temps que les lames de granite qui la garnissent, deviennent plus épaisses et admettent à leurs murs d'épais filons de quartz. Dans cette région ce n'est plus à proprement parler une fracture, c'est bien un plan de chevauchement.

A quelques kilomètres avant d'atteindre le Ngan Pho (sud-est), une autre fracture, possédant les mêmes caractères, avec lames de granites ramenées de la profondeur, part de la cassure principale en divergeant vers l'ouest, pour venir probablement s'y raccorder à nouveau au nord du Ngan Pho, suivant une disposition en faisceau amygdaloïde ; cette fracture secondaire intéresse seulement le siluro-dévonien, suivant un tracé assez sinueux.

g) Les massifs du Hatinn et de la Porte d'Annam et les mouvements secondaires.

Examinons le plan de la région dont nous venons de donner un aperçu de la structure des différentes parties.

A l'ouest et au sud s'étend une zone de plis disposés en faisceau, véritable virgation ouverte au sud-est et à l'est entre Badon et Hatinh.

Au nord, et séparé de la branche la plus orientale de la virgation par une dépression de sédiments triasiques, se voit le massif plus résistant de Benthuy qui constitue une troisième branche de la virgation.

A la virgation de la Porte d'Annam, du Cap Dan et du massif de Benthuy que nous avons appelée, *virgation des Massifs côtiers*, se rattache la fracture du Rao Nay avec ses branches convergentes dans le Huong Khé et divergentes aux environs de Badon.

C'est à des inégalités dans la marche des éléments de cette virgation, de même qu'à la présence d'une dépression synclinale triasique, entre les massifs de la Porte d'Annam et du Cap Dan, qu'est due la rupture de l'écorce, qui a amené l'intrusion du magma basique et précédé les mouvements ayant accompagné cette effusion.

Tous ces phénomènes paraissent indiquer des poussées vers le sud-est, agissant au sud-ouest ou au sud, par suite de la résistance à la propulsion, opposée par les masses hercyniennes, solidement consolidées, du Phou Sao, et par les granites des massifs côtiers.

C'est à l'action plus directe de ces poussées que sont dues les cassures nord-sud ou nord légèrement est, de même que les torsions et les légers chevauchements du massif de Benthuy.

F. — Les décollements avec chevauchements de la bordure nord-orientale de la Cordillère entre la dépression du Nam Hung et Vinh.

Nous allons nous occuper dans ce paragraphe de la région des contreforts de la Chaîne annamitique, comprise entre le Song Ca et le Ngan Pho au sud-est, et le Khe Bo au nord-ouest. C'est, suivant sa dénomination même, un pays de croupes et d'arêtes souvent assez élevées (1340 m. au Cao Veou), dont les plus septentrionales sont perpendiculaires à la direction du Song Ca ou de son affluent le Song Giang, les autres étant dirigées parallèlement à ces cours d'eau.

C'est une région profondément découpée par l'érosion et partout très boisée ; les cours d'eau qui coulent au fond de ses gorges étroites, sont des torrents impétueux qui roulent leurs eaux de blocs en blocs et de cascades en cascades, avec un bruit de tonnerre, jusqu'à peu de distance de leurs confluents. Cette région est peu peuplée, seules, les parties les plus basses de ses vallées ou quelques élargissements situés plus en amont recèlent quelques villages Muong. Les principales de ces agglomérations se trouvent dans le bel élargissement de la vallée supérieure du Song Giang entre Xom Long Moc et le massif calcaire de Con Cuong.

Aux contreforts de la Chaîne annamitique nous ajouterons, pour compléter cette zone limite de la Cordillère, la chaîne de collines basses et les petits îlots complètement dénudés qui se tiennent dans la boucle du Song Ca et entre les cours inférieurs de ce fleuve et du Ngan Pho.

Au point de vue géologique, c'est l'une des parties du géanticlinal du Phou Lai Leng qui ont le plus souffert des mouvements secondaires ; sa position le long du Phou Huat (dont elle n'est séparée que par l'étroit synclinal du Song Ca) qui a joué un rôle beaucoup plus actif au cours de cette période orogénique, en est la raison. C'est en quelque sorte une zone de friction au contact d'un massif résistant qui voulait être immobile et d'un autre tout aussi résistant, mais en mouvement.

Par suite de cette situation, les décollements et les glissements intéressant non seulement la couverture post-hercynienne, mais les parties les plus profondes du substratum, y sont la règle. Les contacts anormaux, qui en sont les conséquences, prolongent au nord-ouest la fracture du Rao Nay suivant un faisceau de surfaces de friction qui se suivent, presque parallèlement, avant d'obliquer à l'ouest pour pénétrer dans la dépression du Nam Hung et y mourir.

N'ayant pu parcourir aussi facilement qu'il eût été désirable cette région peu accessible, nous nous en tiendrons à l'exposition de quelques faits qui permettront de se rendre suffisamment compte de sa structure.

Nous nous occuperons d'abord de l'îlot de Hieu My, ou de Ve Chinh, dans l'ouvrage de M. Jacob [30]. Ce rocher de quartzites et lydiennes ferrugineux du dévonien pend *périsynclinalement* au nord-nord-ouest, il emboîte donc très exactement, mais à une certaine distance, la bordure occidentale du massif de Benthuy et la bordure orientale du Dong Bat, entre et contre lesquels il semble avoir été poussé. Il paraît y avoir, dans ce contact, une surface de décollement suivie d'un chevauchement sous l'influence d'une poussée venue du nord-ouest, comme l'avait supposé M. Jacob, mais le fait est encore hypothétique, bien que toutes les observations concourent à le faire admettre.

Quelques petits îlots de lydiennes ferrugineuses font la raccord avec les collines dévoniennes du Dong Bat dont nous avons donné précédemment la coupe (fig. 16, p. 163). L'ensemble, qui est disposé en anticlinal allongé au nord-ouest, s'ennoye périclinalement dans cette direction un peu au sud du parallèle de Vu Liet sous un revêtement de grès schisteux de l'anthracolithique.

Ce dôme, qui continue, au nord-ouest, le massif de Benthuy, appartient à la même digitation anticlinale profonde ; plus au nord-ouest, il reparaît sur une faible étendue, sur la rive droite du Song Giang auprès de Yen Lac, sous la forme de quelques rochers de calcaires marmorisés du dévonien, isolés dans une petite plaine de rizières qu'entourent des mamelons de schistes violets de l'anthracolithique. Laissons pour le moment cet anticlinal pour revenir en arrière, c'est-à-dire au sud.

Une coupe relevée sur et aux abords du Ngan Pho apporte quelques renseignements fragmentaires, mais utilisables. Pour la décrire, nous partirons de la région située au sud-ouest du Dong Bat.

Après un synclinal de trias, les rhyolites, inclinées de 45° au nord-est et à l'est, viennent s'appuyer sur les schistes violets de l'anthracolithique au sud de Tuan Lé. Plus loin, sans que le pendage change de sens, ni beaucoup d'inclinaison, semble-t-il, on trouve successivement des rhyolites, du granite, puis de nouveau l'anthracolithique; les contacts ne peuvent s'observer. Cependant, étant donnée cette disposition et que, par ailleurs, nous sommes dans le prolongement de l'accident du Rao Nay, il y a lieu d'admettre que nous nous trouvons bien en présence d'un contact anormal suivant lequel la région de Thuan Lé vient chevaucher celle qui est située à l'ouest de la lame de granite. Au nord, c'est un contact semblable qui se montre sous la forme d'un puissant filon de quartz, presque horizontal, dans toutes les collines au sud-est de Bich Trieu, puis plus à l'ouest, sur le sentier qui remonte la vallée séparant le Nui Vu Tru au nord-ouest, du Ngan Eo au sud-est, où il fait chevaucher l'anthracolithique par le cristallin (gneiss à cordierite, débordé par une lame de granite). Nous avons déjà parlé de ce contact en faisant l'étude de la structure du Cammon septentrional (page 252).

Revenons au Ngan Pho. Nous retrouvons l'accident du Rao Nay à l'est d'Hatan ; c'est lui qui fait affleurer, en direction nord-ouest ou nord 60° ouest, une lame de granite limitée par un filon de quartz, au milieu de schistes probablement siluro-dévoniens. Cette lame est suivie au nord-ouest par un autre petit affleurement de granite qui percerait également au milieu de schistes, d'après les échantillons recueillis par des officiers du service géographique, dans la vallée qui sépare le Nui Ba Mu du Ngan Eo ; au nord-ouest elle rejoindrait, suivant un contact anormal à peu près parallèle au précédent, les chevauchements des environs de Ban Onn sur le Nam Chat dont nous avons déjà parlé (page 252).

Nous signalerons à nouveau un autre contact anormal indiqué par quelques affleurements de granites, aux abords de la vallée du Ngan Pho et entre cette rivière et le Ngan Sau, en amont du contact d'Hatan, avec lequel il se raccorde sans doute, au nord-ouest et au sud-est, en faisceau amygdaloïde.

Pour avoir une idée de la disposition des formations dans cette région de contacts anormaux, il suffit de se rendre de la vallée du Song Ca, près de Vu Liet, dans celle du Ngan Pho, près d'Hatan, en franchissant la crête du Ngan Eo, suivant un itinéraire sensiblement nord-sud.

Les premiers affleurements visibles sont des schistes violets et quelques grès ferrugineux, peut-être disposés en synclinal et venant se relever au sud, suivant un plan voisin de l'horizontale, sur un très épais filon de quartz qui, dans la partie supérieure de la branche occidentale de la rivière de Bich Trieu, constitue les premières lignes de collines de la Chaîne annamitique. Sous le quartz vient une série énergiquement laminée particulièrement dynamométamorphisée, et constituée par des grès sériciteux et des phyllades, des micaschistes à muscovite et des séricito-schistes. Cette série affectée d'ondulations, le plus souvent peu importantes, pend dans l'ensemble modérément au nord ; sa base, qui forme toute la crête du Ngan Eo, est entièrement constituée par des schistes à muscovite et séricite, englobant de petites amygdales de quartz, dans lesquels il paraît indiqué de voir la base de la série gréso-schisteuse de l'anthracolithique. Le pied sud-occidental du Ngan Eo est jalonné par une zone riche en quarts qui sépare les couches précédentes, de schistes noirs avec quelques parties plus claires et lits très siliceux voisins des lydiennes ; ces schistes font sans doute partie du siluro-dévonien. Autant qu'il est possible de s'en rendre compte, toutes ces couches sont affectées de plis assez courts et coupées de filonnets de quartz ; on les suit jusqu'aux environs du Ngan Pho où elles viennent s'appuyer sur la lame de granites écrasés d'Hatan.

Cette disposition, ce dynamométamorphisme, ces lames de granites, en somme toute cette structure, est bien celle d'un pays décollé qui a glissé sur un autre.

Poursuivons maintenant au nord-ouest, en amont de la transversale nord-est sud-ouest passant par Do Luong, où nous nous sommes arrêtés, il y a peu de temps.

La digitation anticlinale que nous avons suivie depuis le massif de Benthuy jusqu'auprès de Yen Lac, reparaît dans la masse cristalline du Cao Véou, et dans le massif de Khe Chay ; tous deux insuffisamment explorés dans leurs parties centrales. La position de ces deux masses est intéressante. Vers l'est, elles paraissent, comme on l'a vu, se résoudre en une seule branche. Vers l'ouest, le Cao Véou s'éloigne rapidement au sud-ouest pour épouser la forme du flanc méridional de la dépression du Nam Hung, en chevauchant légèrement le trias et l'anthracolithique dans la vallée supérieure

du Khe Nha Na (Planche III, coupe 2). Plus loin, il semble qu'au sud-ouest, cet amygdaloïde cristallin contourne en profondeur la dépression du Nam Hung par dessous un massif calcaire inexploré, d'âge probablement dévonien, pour venir se raccorder à l'affleurement granitique méridional du Phou Lai Leng, dans la haute vallée du Nam Tiouen (voir à ce sujet la coupe 1 de la planche III et le texte correspondant page 255 et suiv.)

Le contact anormal de la vallée supérieure du Khe Nha Na ne paraît être que le prolongement de celui de Thuan Lé.

Le massif de Khe Chay, séparé du Cao Véou par quelques lames presque verticales de microgranite et de grès schisteux et lustrés de l'anthracolithique (dont on peut relever une bonne coupe dans le Nam Kang, affluent rive droite du Song Giang), file plus directement à l'ouest-nord-ouest, pour venir se raccorder, suivant une série de contacts anormaux et d'imbrications, avec le Phou Lai Leng dans la vallée supérieure du Nam Cha Lap ou Nam Kat. Nous verrons ce contact tout à l'heure.

Dans l'ensemble tous ces éléments anticlinaux : massifs de Benthuy avec ses prolongements nord-ouest, massifs du Cao Véou, de Khe Chay et du Phou Lai Leng, constituent un faisceau amygdaloïde présentant l'écartement maximum de ses deux branches composantes, dans l'axe longitudinal (c'est à dire nord-est sud-ouest) de la dépression du Nam Hung.

La masse principale du massif de Khe Chay serait, d'après les échantillons recueillis dans les torrents qui en descendent au nord-ouest, formée par un noyau cristallin ; ce renseignement paraît être contrôlé partiellement dans la coupe du Nam Kat que nous allons donner. L'enveloppe de ce noyau comprendrait quelques schistes siluro-dévonien, des lydiennes très abondantes et des calcaires marmorisés très dynamométamorphisés ; ceux-ci, dans le pays Muong de Con Cuong ou du haut Song Giang, prennent un grand développement. On peut relever de très bonnes coupes de cette région Muong, soit sur le sentier de Con Cuong à Ban Pha Lai, soit sur celui qui va de ce village à Phuc Son, soit encore sur les sentiers forestiers qui se rendent du Song Ca vers le Song Giang. Celles que nous avons relevées sur ces chemins et dans les diverses rivières de ce pays, Song Giang, Khe Nha Na, Nam Kang et Nam Moi, de même que dans le Song Ca, peuvent se résumer ainsi :

Les calcaires dévoniens marmorisés et laminés, parfois transformés par laminage en cipolins à muscovite, s'arrachent suivant un plan voisin de la verticale, incliné au nord-nord-ouest vers le nord, et au sud-est vers l'est sous les schistes lustrés de l'anthracolithique du synclinal du Song Ca. Au contact, qui se fait suivant la direction du fleuve, se voit en un point une lame de microgranite. Par suite d'étirements, au sein même des couches calcaires, le substratum de lydiennes se montre par endroits ; mais dans l'ensemble les calcaires dominent, ils se relèvent cependant assez dans la vallée supérieure du Song Giang ou Nam Moi, située sur l'axe anticlinal le plus important, pour faire voir de grands lambeaux de lydiennes et de schistes. En quelques points de cet axe, se montrent des brèches d'écrasement constituées par des éléments cristallins, quartz et feldspaths, avec de la calcite. Sur la rive droite du Nam Moi, les calcaires inclinés, d'abord au sud-ouest, puis au nord-est, s'enfoncent à nouveau au-dessous du niveau de la vallée, et ne tardent pas à disparaître sous les schistes lustrés avec, près du

contact, une lame de microgranite. La terminaison périclinale au sud-est de ce dôme de calcaires marmorisés est marquée, au sein même des calcaires, par des brèches d'écrasement.

La coupe relevée vers l'ouest, dans la vallée du Nam Kat, indique des écrasements et des laminages encore plus intenses.(Pl. III, fig. 1)

En descendant sur le versant annamite de la Chaîne, après la série presque verticale de grès et de schistes lustrés de l'anthracolithique, viennent quelques lits schisteux noirs, puis une lame de microgranite très laminée, qui peut représenter la terminaison occidentale des granites du massif de Khe Chay ; à son contact se voient des rhyolites écrasées, pinçant quelques débris de poudingues. Ces formations peu épaisses, qui représentent sans doute un pli synclinal étiré, font place à une série paléozoïque très laminée avec schistes, lydiennes et calcschistes recristallisés, qui représente, à n'en pas douter, le dévonien de Con Cuong et du haut Song Giang ; ces terrains laminés se voient ien aux abords du village Kha de Ban Pieng Tong, dans la vallée même du Nam Kat, et un peu plus au nord entre les cotes barométriques 375 et 800 ; leur pendage varie entre 25° et 50° au nord-est ; au nord de la cote 800, ils supportent la série lustrée gréso-schisteuse du synclinal du Song Ca que nous aurons occasion de voir plus tard.

En définitive, il semble bien que tous les contacts du massif de Khe Chay sont ceux d'une série imbriquée et toujours laminée, dans laquelle les étirements peuvent aller jusqu'à des suppressions de séries entières.

Résumé.

Ainsi, malgré une documentation un peu sommaire et réduite à quelques coupes transversales le long des sentiers d'accès à la Chaîne annamitique, il nous a été facile de montrer l'allure anormale de tous ou de presque tous les contacts de la zone interne de la Cordillère annamitique.

Quelques uns de ces contacts anormaux prolongent au nord-ouest ceux reconnus le long du Rao Nay et du Huong Khé, suivant des surfaces de décollement formant un faisceau dont les branches, parallèles d'abord, puis divergentes, viennent ensuite se terminer dans la dépression du Nam Hung après s'être incurvées vers l'ouest pour y pénétrer. Un autre contact plus hypothétique ferait chevaucher le massif de Ben-thuy par le dévonien du Hieu My suivant une courbe concave au nord-ouest.

Enfin le massif de Khe Chay, disposé en hernie sur la rive droite du Song Ca, dans la dépression du Nam Hung, serait une portion d'anticlinal déjeté au sud-ouest, laminé intensément et réduit dans la vallée du Nam Kat à une série d'écailles imbriquées.

Tous ces mouvements intéressent le trias, ils sont donc secondaires.

G. — La structure d'ensemble de la Cordillère annamitique.

Reprenons la carte d'ensemble au 1 : 1.000.000e et la carte structurale schématique à la même échelle.

Dans le chapitre précédent, nous avons suivi le contact de la Cordillère et du synclinal du Nam Ka Dinh depuis le sud de Dong Hoi, au sud-est, jusqu'à Tha Thom,

au nord-ouest, et nous avons pu nous rendre compte qu'il se faisait, d'une façon assez générale, suivant une surface presque verticale légèrement inclinée vers le nord et l'est, correspondant au chevauchement du synclinal par la Cordillère. Enfin nous avons vu encore que le tracé de ce contact, à peine sinueux sur la plus grande partie de sa longueur, s'incurvait rapidement à l'est, puis à l'est-nord-est, au sud du massif cristallin de Dong Hoi.

Ceci dit, nous allons étudier le plan de la Cordillère annamitique aux deux périodes principales de son histoire ; nous verrons donc :

1° — La Cordillère annamitique à l'époque des mouvements hercyniens.

2° — La Cordillère annamitique à l'époque des mouvements secondaires.

1° — La Cordillère annamitique et les mouvements hercyniens.

Entre le synclinal du Nam Ka Dinh, affecté d'ondulations et parfois de plis intéressant tous les terrains jusqu'au trias, et la région, également plissée au secondaire, qui se tient en arrière de la zone axiale de la Cordillère, s'étend une région composée de hernies et d'étranglements, sur laquelle la couverture anthracolithique et triasique s'est trouvée à l'abri des dislocations ou n'a été affectée que par des cassures et par des plis à grand rayon de courbure.

Cette région, qui correspond à la presque totalité du géanticlinal du Phou Sao, est la seule de la Cordillère qui eut acquis dès l'anthracolithique une stabilité suffisante pour lui permettre de conserver, jusqu'à nos jours, les pages les plus importantes de son histoire. La partie interne de la Cordillère, ou géanticlinal du Phou Lai Leng, nous fournit encore quelques renseignements sur ces mouvements par sa couverture, profondément différente de celle située plus à l'ouest, et aussi par les modifications qu'elle a subies au cours des temps anthracolithiques, dans sa composition lithologique et également du fait des intrusions de roches cristallines ou éruptives.

Quant au plan hercynien du Phou Lai Leng il a été trop déformé par les mouvements secondaires qui l'ont réduit à des amygdaloïdes de granites et à un peu de matériel paléozoïque, le tout allongé au nord-ouest, parallèlement au géanticlinal du Phou Sao.

Ramené à ce qu'il nous a été donné d'observer directement ou de déduire de nos observations, voici ce que nous pouvons dire du plan hercynien.

Les plus anciens plissements qui peuvent être rangés dans les mouvements hercyniens, comprennent une série isoclinale et quelques imbrications, poussées au sud-ouest, dans lesquelles le dévonien forme à peu près la totalité du matériel constituant, c'est à peine si un peu de dinantien tout à fait inférieur entre dans la constitution de ces plis.

Ce premier système de plis s'observe assez facilement en deux points: 1° dans le pays de Qui Dat, où nous avons cru reconnaître, — notamment près de Thanh Lang, — l'existence d'un dôme de dévonien supérieur arasé dès la base de l'anthracolithique; 2° dans les vallées du Nam Nhuong et de l'Houei Cho.

Ces deux affleurements de terrains plissés paraissent se rejoindre par dessous une nappe hercynienne antérieure au viséen.

La mise en place de celle-ci constitue une deuxième phase de plissements, qui aurait débuté en même temps que la première, qu'elle aurait suivie avec un certain retard.

La nappe est constituée par une masse épaisse de terrains cristallins comprenant, avec des granites très acides, généralement transformés en ortho-gneiss, une importante série métamorphique allant des gneiss jusqu'aux cornes. A ce cristallin vient s'ajouter une épaisseur considérable de sédiments siluro-dévoniens d'un faciès beaucoup plus profond que les dépôts du dévonien autochtone. Ce matériel ainsi défini, profondément érodé dans ses parties orientale et centrale, est disposé en voûte dont la génératrice est dirigée au nord-ouest. Légèrement inclinée dans cette direction sur le plan horizontal, la nappe plonge dans la vallée du Nam Hung sous une couverture anthracolithique et triasique, et se relève assez au sud-est pour permettre l'affleurement au-dessous d'elle, de son substratum autochtone, dans les vallées du Rao Cay et du Ngan Sau.

Ses différentes parties paraissent avoir marché inégalement. Son front occidental est bordé par le siluro-dévonien qui vient reposer directement sur le dévonien autochtone dans la vallée du Nam Nhuong. De même, certaines parties du substratum le plus profond viennent déborder, dans la vallée du Nam Ka Ta, les micaschistes qui sont eux- mêmes débordés par les schistes siluro-dévoniens.

Par dessous sa couverture septentrionale, cette nappe paraît se relier aux affleurements de cristallin et aussi au palézoïque du Phou Lai Leng qui, ainsi que nous l'avons laissé entrevoir dans la partie stratigraphique de cet ouvrage (page 106), pourrait représenter les parties supérieures du dévonien de la nappe.

L'existence de ces termes sédimentaires plus élevés s'explique facilement par leur présence dans une région déprimée et ensevelie de bonne heure sous une couverture de sédiments protecteurs.

Le terme stratigraphique le plus ancien, que nous avons observé au-dessus de la nappe, est une sorte de poudingue schisteux, laminé, à galets de schistes durs, de calcaires ou de quartz, qui se voit de chaque côté de la nappe : dessus et dessous ; ce poudingue que nous avons rangé à la base du dinantien serait assimilable aux brèches dévalantes qui se forment de chaque côté d'une Cordillère au fur et à mesure de son édification, ce serait un terme régressif en relation avec la mise en place de la nappe. Ce poudingue mis à part, le plus ancien élément de la couverture est constitué par des lydiennes du viséen avec calcaires subordonnés dans quelques cas.

Pendant le viséen et le début du moscovien le plan hercynien a subi peu de modifications, il ne semble même pas qu'il se soit produit de véritables plissements.

Plus tard, nous avons enregistré la présence de petites nappes de charriage dans le pays de Qui Dat. Ce sont des plis couchés et étirés, avec disparition du flanc inverse, qui sont venus se placer au dessus des lydiennes viséennes dans la partie centrale du pays, et sur les schistes et grès schisteux de l'anthracolithique, sur la rive droite du Rao Cay. Leur matériel comprend tout le dévonien autochtone et tout le dinantien.

Ces plissements témoignent de modifications profondes du plan, probablement contemporaines de la mise en place des granites. Ceux-ci qui, dans la Cordillère

annamitique, se placent au carbonifère, dans l'intervalle qui sépare la mise en place de la nappe et l'ouralien, sont mieux datés dans l'anticlinal du Nam Hin Boun où nous avons pu prouver leur âge moscovien. Comme dans les deux massifs hercyniens, les intrusions granitiques sont semblablement disposées et appartiennent à un même magma, il y a lieu de les considérer comme du même âge. Ce serait leur intrusion qui aurait clôturé la période des plissements hercyniens. C'est à leur disposition, aux espaces laissés entre leurs affleurements que sont dues les dépressions synclinales posthumes et les ensellements du Nam Hung et du Pays de Qui Dat ; ceux-ci ne sont pas de simples dépressions superficielles, mais de véritables zones de moindres résistances dont l'importance s'est montrée aux cours des périodes suivantes.

La répartition des affleurements granitiques, de même que leur situation, indique, à l'exception de quelques torsions et cassures, leur disposition originelle. Elle fait ressortir : 1° l'allure massive de la région frontale de la Cordillère c'est-à-dire du géanticlinal du Phou Sao ; 2° le morcellement des granites du géanticlinal du Phou Lai Leng ; cet état parait être dû à de nombreuses cassures situées dans la région des racines de la nappe. Ce pays de racines paraît être une zone déprimée, en relation avec les éruptions de porphyres quartzifères, en même temps qu'avec les dislocations secondaires qui ont affecté tous le flanc nord-oriental de la Cordillère.

Pour en terminer, avec le plan hercynien de la Cordillère, nous dirons quelques mots de la couverture anthracolithique. Celle-ci, comme nous l'avons vu, est nettement différente sur chacun de ses flancs. Sur le flanc occidental, ce sont d'abord des dépôts de mer profonde avec lydiennes à radiolaires, passant progressivement à des dépôts de calcaires néritiques, puis à des formations détritiques et littorales. Ces derniers sédiments correspondent à une émersion de la Cordillère au moscovien supérieur ; ils furent suivis d'une nouvelle transgression qui amena, sur ce versant de la Cordillère et dans une grande partie de ses dépressions transversales, le dépôt de calcaires à fusulinidés et brachiopodes présentant sur toute leur épaisseur les mêmes caractères lithologiques.

Le revêtement de sédiments marins du versant oriental, qui couvre tout le géanticlinal du Phou Lai Leng, présente généralement plus d'uniformité dans la sédimentation jusqu'à la mise en place des granites ; à partir de ce moment, les dépôts sont moins homogènes, puis tendent à disparaître par suite d'un relèvement assez régulier du fond marin, amenant peu à peu son émersion. Ces mouvements se mettent en relation avec une succession d'éruptions acides dont les plus anciennes paraissent s'être produites dans le massif de la Porte d'Annam, qui aurait été la partie du géanticlinal du Phou Lai Leng la plus anciennement émergée. Au point de vue matériel constituant, la couverture marine du versant oriental de la Cordillère, que nous avons appelée aussi couverture du type oriental, est profondément différente de celle du type occidental ; elle est schisto-gréseuse et non zoogène, par opposition à l'autre qui est siliceuse ou calcaire et souvent riche en organismes.

Le raccord des deux couvertures a pu se faire par les deux dépressions transversales de la Cordillère. Elle s'est sûrement faite, en tous cas, jusqu'au sommet du viséen par la dépression du pays de Qui Dat, et en particulier par le sillon du Rao Cay dans lequel il nous a été donné de trouver les termes de passages des deux types de couverture anthracolithique.

On peut dire encore que l'existence même de la Cordillère de même que les grandes lignes de son plan sont nettement mises en évidence par la répartition des faciès et leurs variations dans les deux types de couverture ; ces faits viennent d'un façon péremptoire à l'appui de tous les autres arguments que nous avons donnés pour essayer de fixer dans le temps et dans l'espace les mouvements anthracolithiques, c'est-à-dire hercyniens.

2° — *La Cordillère annamitique et les mouvements secondaires.*

Après les derniers dépôts du permien calcaire, de nouveaux mouvements ont amené l'émersion à peu près complète de la Cordillère, qui porte partout les traces d'une érosion profonde antérieure aux poudingues triasiques.

A ces mouvements, nous rattachons la faille de l'Houei Cho, de même que les premières cassures qui se sont formées sur l'emplacement des sillons d'Hang Rao et du Rao Cay. Les caractéristiques de ces accidents sont d'être sensiblement parallèles et peu éloignés de la direction nord-sud. Nous les avons reconnus parce que, dans les trois cas, ils ont permis à l'érosion post-permienne de travailler plus activement la lèvre restée en saillie que la lèvre affaissée.

La transgression triasique, qui suivit à un intervalle indéterminé la formation de ces trois cassures, accompagna de nouveaux mouvements qui se traduisirent par le rejeu en sens inverse de ces accidents, Ces dislocations ont donné naissance à trois couloirs ou dépressions qui paraissent avoir été les seules communications entre les mers triasiques du faciès bas-laotien et du faciès annamite.

Ce rejeu des fractures post-permiennes peut se placer à divers moments de la période triasique ; il peut être regardé comme ouvrant la marche aux mouvements secondaires.

L'âge de cette période orogénique ne peut être déterminée dans la Cordillère. Cela nous importe d'ailleurs peu pour le moment, ce qu'il nous suffit de savoir tout de suite, c'est que ces mouvements sont bien secondaires.

Les dislocations secondaires qui intéressent la Cordillère annamitique obéissent aux deux directions principales nord-ouest et nord-est que, dans une note précédente [26], nous avions considérées comme indépendantes et appartenant à deux périodes orogéniques différentes, toutes deux plus récentes, que la période hercynienne. *Ces mouvements, en réalité, quelles que soient les directions de leurs éléments structuraux, sont du même âge* ; mais nous n'avons pu mettre ce fait en évidence qu'après avoir fait l'étude de la bordure interne de la Cordillère annamitique, dont l'exploration était à peine commencée au moment de la rédaction de la note précitée.

La Cordillère a été inégalement éprouvée par les plissements secondaires. Les hernies constituées par le Phou Sao, le massif de Napé, celui de Dong Hoi, de même que la masse cristalline du Phou Lai Leng ont peu souffert ; les autres massifs granitiques ont été laminés, écrasés et cassés.

Les parties les plus atteintes par les mouvements secondaires sont les ensellements, les dépressions synclinales et la zone interne de la Cordillère.

Voyons le plan de ces dislocations en commençant par la partie sud-orientale du géanticlinal du Phou Sao.

Au sud-est, après le massif de Dong Hoi, dans le pays de Qui Dat, les mouvements secondaires ont occasionné un rétrécissement important de la surface hercynienne, qui s'est traduit par la déformation du plan primitif et la formation des arcs emboités et convexes au sud-ouest qui sont encore la caractéristique de ce pays. C'est aussi par suite de cette réduction de la surface primitive que se sont approfondis les sillons d'Hang Rao et du Rao Cay et que s'est formé le léger bombement médian qui les sépare. Les accidents d'Hang Rao et du Rao Cay surtout dirigés nord-nord-est et qui proviennent, comme nous l'avons vu, de cassures post-hercyniennes, sont venus se grouper dans le plan du faisceau de la virgation du Cammon, le premier en se raccordant avec les plis orientaux du Nam Ka Dinh, le second en glissant dans l'angle ouvert entre la branche du synclinal du Nam Ka Dinh qui rejoint le Rao Cay et celle qui passe par le Phou Et Va.

A ces mouvements paraît correspondre au nord-ouest un décollement de la nappe anté-viséenne sur son substratum et sur le granite, suivi d'un léger cheminement vers le sud-est ; à la surface de friction se placerait l'intrusion basique de la haute vallée du Nam Pheo.

Dans les massifs de Napé et de la nappe anté-viséenne, ces mouvements ont, en outre, donné lieu à des cassures plus ou moins verticales, injectées de granite à muscovite, de pegmatite et de quartz. C'est au rejeu de ces fractures, à une époque très récente, que peuvent être attribuées les six coulées basaltiques que nous avons relevées dans cette région, de même que les émanations sulfureuses si fréquentes en allant vers le nord-ouest, à partir de la ligne Kim Cuong-Napé. Enfin, c'est dans le flanc nord-oriental de la nappe que vient se terminer la cassure du Rao Nay dans la région du Nui Ba Mu.

Avançons-nous au nord-ouest; sur le passage du géanticlinal du Phou Sao la dépression du Nam Hung ne paraît pas avoir été influencée beaucoup, dans aucun sens, par les mouvements secondaires, c'est à peine si l'on peut y noter une légère accentuation de l'ensellement.

La masse principale du Phou Sao est affectée de grandes cassures parallèles à ses bordures et injectées de roches vertes : gabbros et ophites.

Au nord, les schistes violets du Tran-Ninh, très laminés et un peu dynamométamorphisés, viennent à son contact suivant un plan de glissement injecté d'ophites qui ont été écrasées, cet écrasement démontre que les mouvements qui en ont été la cause, s'ils ont pu commencer avec l'intrusion basique, se sont certainement continués après.

Retournons en arrière pour prendre le géanticlinal du Phou Lai Leng sur le littoral.

Cette partie de la Cordillère annamitique vient chevaucher au sud-est le géanticlinal du Phou Sao suivant un contact anormal très important : la cassure du Rao Nay, que nous avons suivie sur près de 200 kilomètres depuis la mer jusqu'au Nam Chat ; au sud, elle se résoud en un faisceau de virgation qui tourne à l'est, au nord de Badon ; au nord du Ngan Pho, elle est suivie en arrière (est) par une autre ligne de contact anormal qui se prolonge sur 90 km. de longueur jusqu'au Cao Véou, contre lequel elle vient se terminer après s'être infléchie au sud-ouest, à la bordure méridionale de la dépression du Nam Hung. Ces deux accidents qui sont tantôt des fractures

presque verticales, tantôt des plans de chevauchements plus ou moins inclinés sur l'horizontale, correspondent à des décollements assez importants puisqu'ils sont souvent jalonnés par des écailles de cristallin ramenées de la profondeur; il convient cependant de ne pas exagérer la grandeur des déplacements horizontaux qui en sont la conséquence, celle-ci est sans doute assez faible.

Le corps principal du géanticlinal du Phou Lai Leng que jalonne, à son contact avec l'élément occidental de la Cordillère, ce système de dislocations, dessine une virgation très nette qui tourne à l'est ses trois branches divergentes ; les massifs granitiques de la Porte d'Annam, du Cap Dan et de Benthuy, en jalonnent les anticlinaux que séparent des témoins de trias ou de porphyres pétrosiliceux acides.

Cette virgation des massifs côtiers est issue, au sud-ouest de Do Luong, d'une branche unique venant au nord-ouest d'un faisceau amygdaloïde qui s'évase dans la dépression du Nam Hung, puis se raccorde à la masse même du Phou Lai Leng dans la vallée du Nam Kat. Cette disposition devait exister déjà en partie à la fin de la période hercynienne ; les mouvements secondaires n'ont fait que l'exagérer.

La virgation des massifs côtiers, avec son faisceau amygdaloïde, est constituée en partie par des plis isoclinaux généralement déjetés au sud-ouest et surtout par des imbrications formées même au dépens des roches cristallines. L'ensemble se serait comporté comme un train d'écailles, glissant les unes sur les autres. Les massifs granitiques emportés dans ces mouvements n'ont pu, que partiellement, résister à leur action.

D'une façon générale, on peut dire que tous ces mouvements agirent au sud-ouest ; ils ont causé, dans certains cas, des intrusions de roches basiques (massifs de Benthuy et du Cap Dan) qui sont peut-être dues, au moins dans le cas du contact de la Porte d'Annam et du Cap Dan, à des phénomènes en retour.

Cependant ces mouvements furent accompagnés de plis et de cassures dirigés au sud-est et emboîtant la partie externe de la virgation des massifs côtiers ; ce qui est le cas du chevauchement hypothétique du massif de Benthuy par le paléozoïque de Hieu My et aussi probablement celui des cassures et des torsions des granites du même massif. C'est à d'autres mouvements de cette catégorie qu'est dû le léger chevauchement de la dépression du Nam Hung par les granites qui terminent, au sud-est, le Phou Lai Leng, de même que la direction nord-ouest d'un grand nombre de plis de cette dépression.

Enfin, c'est encore à des poussées dirigées au sud-est que se rattache le chevauchement du Phou Lai Leng par le paléozoïque du plateau de Nong Et et le charriage des calcaires situés sur les hauteurs de Ban Sop Hang. Ce chevauchement et ce charriage font d'ailleurs partie d'un même plissement qui prolonge à l'est le contact anormal des schistes violets du Tran Ninh sur le cristallin du Phou Sao.

Nous terminerons ici notre exposé des mouvements secondaires ; ce n'est qu'après avoir décrit ceux de la bordure interne de la Cordillère que nous pourrons aborder l'explication des différentes directions de ces plissements dont nous avons dû dire quelques mots au cours de ce chapitre.

CHAPITRE III

LA BORDURE INTERNE DE LA CORDILLÈRE ANNAMITIQUE

Nous désignons ainsi la région de l'Annam située presque entièrement sur la rive gauche du Song Ca et du Nam Mo, c'est-à-dire à la bordure nord-orientale de la Cordillère annamitique : ses limites, restreintes à notre champ d'études, sont formées par les trois côtés d'un triangle dont les sommets seraient, à peu près, Muong Sen sur le Nam Mo, Vinh et Bien Son sur le littoral, tout à fait au nord de la carte.

Dans le sens sud-ouest nord-est, cette région comprend deux éléments structuraux : *le synclinal du Song Ca* et la partie sud-est de l'anticlinal du Phou Huat qu'en raison de sa forme massive due à sa faible étendue nous avons convenu d'appeler *aire anticlinale du Phou Huat*.

Le premier de ces éléments comprend surtout de l'anthracolithique gréso-schisteux avec quelques rhyolites et un peu de trias ; ces dernières formations prennent une plus grande importance en aval du confluent du Song Con et du Song Ca. Des affleurements de terrains plus anciens et des filons d'andésite, venus en surface à la faveur de mouvements orogéniques violents, se voient en quelques points. La partie axiale du synclinal est occupée par des témoins de miopliocène lacustre, qui portent des traces locales d'écrasement.

Presque tous les mouvements reconnus dans le synclinal du Song Ca sont secondaires. Les écrasements du miopliocène sont probablement consécutifs à des rejeux d'actions dynamiques, de même, d'ailleurs, que le sillon dans lequel se sont déposés ces sédiments tertiaires.

L'aire anticlinale du Phou Huat est, comme nous l'avons déjà dit, la terminaison méridionale d'un puissant massif cristallin de gneiss et de micaschistes injectés de granites qui s'étend, en direction nord-ouest, depuis la plaine littorale du Nghe An (Vinh) jusqu'à l'ouest-nord-ouest de Sam Teu sur le Nam Sam. Dans sa partie principale, il a été reconnu par M. Jacob [30] et par M. Dussault [17].

L'aire anticlinale du Phou Huat, de même que le synclinal du Song Ca, sont, par excellence, dans la partie de l'Indochine que nous avons étudiée, le domaine des mouvements secondaires.

L'existence de cette aire est cependant beaucoup plus ancienne ; par ses schistes cristallins, elle paraît se mettre en continuité avec les schistes cristallins anté-siluriens de la nappe hercynienne ; par ses cipolins et sa série sédimentaire, antérieurs à l'anthracolithique, elle représente peut-être le paléozoïque en place de la dite nappe ; enfin d'après ses granites disposés, d'une façon grossière, parallèlement à la Cordillère, il semble qu'elle ait été érigée en géanticlinal par des mouvements hercyniens ; cette hypothèse semble recevoir une confirmation de la répartition des termes de la couverture anthracolithique, laquelle à notre connaissance ne paraît pas avoir atteint les parties axiales de l'anticlinal (voir cartes et stratigraphie de l'anthracolithique gréso-schisteux). Mais de ces mouvements hercyniens il ne reste probablement plus que la direction

générale nord-ouest, conservée encore dans quelques sédiments anciens, où on la retrouve assez souvent sans pouvoir la suivre longtemps.
Pendant la période triasique, le revêtement a été plus continu, ainsi qu'en témoignent les importants lambeaux de sédiments de cet âge conservés sur le dévonien. Cependant, même à cette époque, on ne trouve des dépôts de mer profonde que dans une sorte de golfe largement ouvert à l'est et situé près du littoral. Ce golfe ne paraît pas avoir dépassé la vallée moyenne du Song Ca. Sa partie orientale ou littorale correspond à l'ennoyage de la terminaison sud-est du Phou Huat, suivant une direction qui prolonge exactement, vers le nord-est, la dépression du Nam Hung.

Sans vouloir trop insister, nous ferons cependant remarquer que *la limite nord-ouest de cette longue dépression, prolongée sans inflexion jusqu'à proximité et à l'est de Moncay, suit de très près la côte du nord Annam et du Tonkin.*

Le golfe triasique du Nghe An se raccorde au nord avec la bande de trias à ammonites de la bordure orientale du Phou Huat, qui correspond à une zone plus largement déprimée, à cette époque, que le synclinal du Song Ca ; cette zone triasique, que MM. Jacob et Dussault ont suivie jusqu'au delà de Dien Bien Phu, c'est-à-dire sur une distance minimum de 360 kilomètres, paraît correspondre au passage du grand synclinal de la base du secondaire. Par contre dans le golfe du Nghe An les dépôts de trias calcaire, avec ou sans céphalopodes, n'ont pas pénétré à plus de 120 kilomètres du littoral actuel.

Après cette petite digression, nécessaire pour montrer l'allure des deux versants du Phou Huat à l'époque secondaire, revenons à l'étude de la bordure interne proprement dite de la Cordillère.

L'empreinte laissée par les mouvements secondaires est, nous l'avons dit ci-dessus, prépondérante. Les plissements de cette période orogénique se traduisent par une série d'arcs emboîtés et regardant au sud-est. Ces plis, issus au sud-ouest d'une virgation forcée qui s'arrache du flanc oriental de la Cordillère annamitique, suivant le synclinal du Song Ca, trahissent un ou plusieurs décollements de la masse du Phou Huat, qui a cheminé vers le sud-est où elle venue chevaucher le trias du golfe de Nghe An, suivant une surface de friction dans laquelle se montrent des écailles de cristallin ramenées de la profondeur. Nous avons désigné ce chevauchement, qui est le plus important que nous connaissions ici, sous le nom de *chevauchement du Nui Bo Bo.*

Au nord-ouest, dans la vallée du Nam Mo, comme au sud dans le bas Song Ca, le cheminement du Phou Huat fut accompagné de nombreux contacts anormaux, suivant des plans de glissement, et de torsions ; ces dernières dominent au sud-est et jusqu'au voisinage de la digitation anticlinale du massif de Benthuy, qui paraît avoir joué le rôle d'un obstacle très résistant situé sur le parcours d'une sorte de train d'ondes se déplaçant vers le sud-est.

Tous ces plis intéressent le trias, mais ils ont peu ou pas dérangé le rhétien qui affleure, suivant une bande étroite le long du littoral, au-dessus du trias plissé. *Les mouvements, que nous avons dénommés secondaires, auraient donc débuté au trias pour se terminer avec les premiers dépôts du rhétien.*

Nous allons passer maintenant à l'étude des parties les plus intéressantes de cette région, nous verrons ainsi :

A — Les torsions du Nui Thung Giang, des collines de Long Thai et du Nui Dai Vac.

B — Les plissements de l'Aire anticlinale du Phou Huat et de sa zone d'ennoyage.

C — La virgation du Nghe An.

D — La structure d'ensemble de la bordure interne de la Cordillère annamitique.

A. — Les torsions du Nui Thung Giang, des collines de Long Thai et du Nui Dai Vac.

(Carte nº 5).

Nous nous occuperons d'abord de la torsion du Nui Thung Giang (1), située à la limite sud-ouest du synclinal du Song Ca.

Au point de vue géographique, c'est une chaîne étroite de collines élevées et dénudées (comme toutes les collines situées en pays annamite) que prolongent à l'est quelques îlots. Elle est dirigée sensiblement nord 60º ouest, entre Huu Biet, près de Vinh, et le Song Ca au sud de Do Luong. Sur son parcours elle décrit une double inflexion convexe au nord-est, vers le sud-est et concave dans la même direction, vers le nord-ouest.

Cette double inflexion géographique correspond à une belle torsion des éléments structuraux en bordure du géanticlinal du Phou Lai Leng. D'une manière générale, les choses se présentent de la façon suivante : tout le versant nord et la partie axiale sont situés sur un synclinal de trias et de rhyolites ; cette dépression, dont le flanc sud est normal près du Song Ca, est déjeté et même renversé vers le nord sur la plus grande partie de sa longueur. A l'est, une cassure, dirigée est-nord-est, coïncide avec un rebroussement des lignes directrices qui obliquent brusquement au sud dans la direction du Nui Ngu Ma. Sur ce trajet nord-sud, la partie principale du synclinal disparaît en profondeur à l'est en même temps qu'une ride anticlinale de son bord ouest permet l'affleurement d'un peu d'anthracolithique sous les rhyolites, au nord de Huu Biet. Près de son extrémité occidentale, le flanc sud du synclinal se gonfle en hernie sur son bord convexe, pour laisser échapper, suivant un contact anormal et tordu, une masse importante d'anthracolithique; cette hernie est précédée au sud-est par des filons d'andésite qui ont percé les rhyolites.

Voici dans le détail ce que nous avons observé en partant du sud est.

Nous avons déjà décrit l'anticlinal de Huu Biet [pp. 175 suiv., fig. 21] dont nous avons donné la coupe ouest-est en faisant l'étude des dépôts triasiques ; nous n'y reviendrons donc pas.

---

(1) Sur la carte nº 5, ci-jointe, le principal sommet du Nui Thung Giang porte le nom de Ru Thung Nua.

Au sud de Thach Tien, une bande de poudingues triasiques, dirigée est-ouest et affectée de cassures nord-sud, marque l'ennoyage de cet anticlinal qui ne reparaît pas plus au nord. Après avoir franchi une ligne de collines constituée entièrement par des rhyolites écrasées, le sentier qui vient au sud du col de Truong Lang, arrive à la petite vallée de Thuong Thon, ouverte partiellement sur l'emplacement d'un étroit anticlinal de schistes anthracolithiques dirigé est-nord-est, et passant par la partie amont de la vallée. La petite piste qui remonte au nord sur le flanc de cette entaille naturelle, dans la direction de la pagode de Den Con Thi, permet de se rendre compte que l'anthracolithique peu épais se termine, suivant une fracture garnie de quartz, contre des rhyolites qui viennent s'appuyer au-dessus de lui avec un pendage presque vertical au nord. La coupe que l'on relève plus au nord, fait voir qu'après une grande épaisseur de rhyolites écrasées et redressées verticalement vient, au delà de Den Con Thi, une série épaisse de poudingues triasiques, d'abord fortement redressés contre les rhyolites, puis plissés plus doucement vers le nord. Le contact du trias et des rhyolites qui se fait en direction est-ouest, est ici à peu près normal, il faut aller vers l'ouest pour le voir progressivement passer à la verticale, puis, se renverser au nord. Ces observations peuvent se faire avec la plus grande facilité aux abords des cols de Truong Soi et de Truong Bang sur les sentiers de Phuong Lai à Nhia Dong (village disparu) et de cette localité à Xuan Kieu. En continuant cette coupe vers le nord, dans la direction de Nguyet Tinh puis de Mau Lam, on traverse d'abord des grès, puis des schistes rouges qui mènent jusqu'à la plaine de rizières ; au delà, les premières pentes du Ru Voi sont constituées par des poudingues très schisteux, laminés, à éléments roulés de rhyolites, qui passent sous les schistes rouges, suivant la direction nord-ouest, avec 50° d'inclinaison au sud. Ces poudingues, de même que les formations sédimentaires qui précèdent, sont triasiques ; ils sont peu épais et ne tardent pas à laisser la place, en dessous d'eux, à une importante série de rhyolites avec minces intercalations schisteuses ; tout le Ru Voi est fait de cette roche laminée et verdâtre qui pend faiblement au sud sur son flanc septentrional. L'éperon terminal de la montagne est constitué à nouveau, au droit de Nguyet Tinh, par des poudingues schisteux à cailloux de rhyolites et de lydiennes ; ces poudingues, qui passent sous les rhyolites, viendraient encore s'appuyer au nord sur d'autres rhyolites très laminées, avec quartz globulaire et épidote secondaire, qui constituent la colline de Mau Lam.

En poursuivant plus loin au nord, on retrouve le trias puis les grès de l'anthracolithique de l'anticlinal du Nui Dai Vac, sans interposition de rhyolites ; il est possible que ce dôme ait été débarrassé de sa couverture de porphyres quartzifères avant la transgression triasique.

Cette coupe du Nui Thung Giang, entre la crête près de Truong Soi et Mau Lam, montre que sur ce trajet le synclinal du Song Ca est affecté de plis de plus en plus déversés au nord, au fur et à mesure que l'on avance dans cette direction. Plus au sud, sur le flanc méridional de la montagne, au pied des cols de Truong Soi et de Truong Bang, il est facile au contraire de voir se relever les rhyolites sur des schistes gris noir et des grès feldspathiques de l'anthracolithique ; le contact se fait avec une inclinaison de 10° en moyenne vers le nord.

Reprenons notre marche vers l'ouest. Au sud de Ngoc Luat, les faits se compliquent ; le synclinal triasique ne comprend pas seulement des schistes et des poudingues, mais aussi des calcaires noirs ou tachetés de jaune et de gris, dont les masses

principales se placent au fond de deux charnières synclinales dirigées parallèlement au nord-nord-ouest. Ces calcaires très laminés se trouvent aussi en intercalation dans les schistes, ici de teintes variées. Les plis de tout ce trias sont assez fortement déversés au nord ; en plan ils dessinent une courbe convexe au sud-ouest, qui vient au contact des rhyolites et des grès schisteux de l'anthracolithique dans des conditions assez embrouillées. Partout le trias y est débordé ou chevauché par des formations plus anciennes.

La bande de rhyolites, que nous avons suivie depuis Huu Bi.et, s'infléchit à l'ouest en arrivant à la crête du Dong Cao, pour abandonner le trias qu'elle chevauchait et se mettre au contact des grès de l'anthracolithique contre lesquels elle vient, tantôt dessus, tantôt dessous. La torsion que ce contact indique, est sans doute en relation avec les filons d'andésite qui percent les rhyolites parallèlement à lui.

Dans le Dong Cao, les schistes triasiques sont directement recouverts par les grès anthracolithiques sur une distance de plus d'un kilomètre.

Au delà du Dong Cao (ouest), les rhyolites reviennent, elles se relèvent à la fois à l'est sur le trias qu'elles chevauchent largement, au sud-est sur le trias et l'anthracolithique, au sud-ouest sur l'anthracolithique. Ce contact, de même que le renflement à noyau d'anthracolithique, qui affleure au sud, témoigne de résistances, dans cette direction, probablement à l'approche de parties profondes de la Cordillère. La coupe ci-après rend partiellement compte de ce que nous avons observé entre Ngoc Luat et le Nui Con Vinh.

La partie axiale du synclinal du Song Ca, garnie surtout de sédiments triasiques, est débordée par son bord plus rigide, suivant une surface de décollement qui intéresse au moins l'anthracolithique.

Ce chevauchement que nous avons suivi assez longtemps le long du Nui Thung Giang, s'annule à l'extrémité occidentale de cette chaîne tout comme à son extrémité orientale, que nous avons déjà vue.

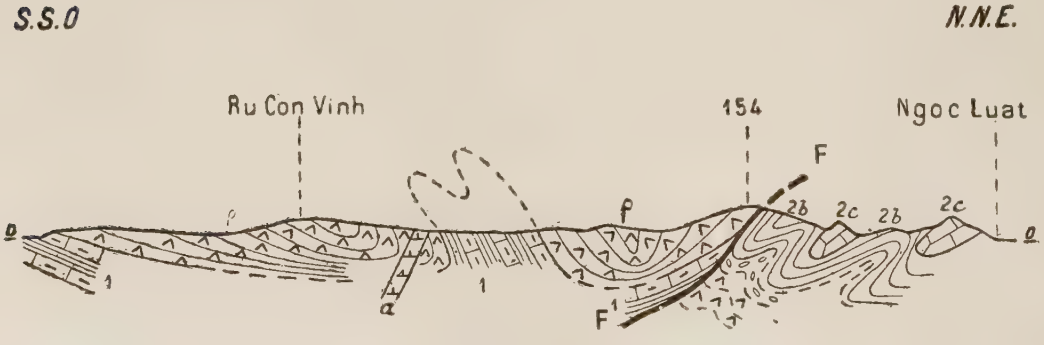


Fig 34. — *Coupe du Ru Con Vinh à Ngoc Luat.*

Echelle : 1/50.000

Légende : 1. Anthracolithique gréso-schisteux ; 2b. Trias schisteux ; 2c. Trias calcaire ; *ρ. Rhyolite ;* α. Andésites ; FF. Contact anormal.

En effet, plus au nord, les îlots rejoignant le Song Ca sont constitués par des poudingues et par des rhyolites qui sont normalement en contact suivant une ligne sinueuse qui s'infléchit d'abord à l'ouest-nord-ouest, puis au nord-nord-ouest et enfin au nord en atteignant le fleuve.

En plan, la torsion du Nui Thung Giang emboîte assez bien, en exagérant les sinuosités de leur contour ou de leur trace, les hernies et les étranglements de la digitation anticlinale qui va de Yen Lac (1), sur le Song Giang, au massif de Benthuy, de même que le contact anormal que nous avons suivi depuis Thuan Le, sur le Ngan Pho, jusqu'au Cao Véou. Le petit anticlinal de Huu Biet se met en outre très bien en continuité avec la direction des contacts de la bordure orientale du massif de Benthuy en s'alignant à la fois avec le trias du Nui Ngu Ma et avec les lydiennes et quartzites dévoniens des collines de Hieu My.

Passons maintenant aux collines de Long Thai.

Elles comprennent deux groupes principaux situés tous deux au sud de la route de Phu Dien à Do Luong. Le groupe oriental est ouvert en accent circonflexe à l'ouest, contre l'autre de forme plus massive, mais se terminant également à l'ouest par deux branches ouvertes dans cette direction.

Ces collines sont constituées par du trias, poudingues et schistes, sous lequel se montrent, dans les collines occidentales, deux affleurements de rhyolites.

La particularité principale de leur structure réside dans la présence de deux directions orogéniques qui se recoupent sous un angle presque droit : les directions ouest-nord-ouest et nord-est.

Dans le groupe occidental, la première de ces directions est partout bien nette sur les versants sud et nord, avec un pendage voisin de 40° à 50° au sud. La direction nord-est est localisée sur le versant oriental ; de ce côté, le pendage assez incliné, se fait au sud-est.

Dans le groupe oriental, la direction ouest — nord-ouest, avec pendage au nord très variable, paraît se retrouver seule dans la branche nord, tandis que dans la branche sud c'est la direction nord-est, avec pendage ouest, qui domine.

Ces deux directions, qui intéressent une région située à la limite de deux pays influencés de façon différente par les mouvements secondaires : au sud la Cordillère dans laquelle les plis sont surtout orientés au nord-ouest ; — au nord le Phou Huat où la direction dominante est nord-est, trahissent une sorte de conflit entre les plissements hercyniens et les mouvements secondaires. C'est également à un phénomène de ce genre que serait due la torsion du Nui Thung Giang.

Un exemple frappant de ce conflit du substratum et de l'énergie plissante, se trouve dans la torsion de l'anticlinal du Nui Dai Vac, que nous désignons ainsi du nom de son principal sommet.

Cet anticlinal de grès schisteux de l'anthracolithique est situé à l'ouest des collines de Long Thai, il traverse la voie ferrée, près de Do Cam, avec la direction nord-nord-ouest qu'il conserve encore sur près de 5 kilomètres, en allant vers l'ouest. Au sud de Van Trinh, des efforts tangentiels venus du nord-est ont amené une inflexion

(1) ou Nhan Lac.

de toute sa partie occidentale qui s'est courbée vers l'ouest, puis vers l'ouest-sud-ouest ; C'est probablement à la faveur de cette poussée qu'est sortie, près du point de rebroussement, une écaille de calcaire avec quartzite du dévonien, au lieu dit Len Voi, où se remarque une gîte de fer signalé par M. Jacob [30] et qui paraît être attribuable à la période hercynienne.

Ainsi, les trois torsions que nous venons de décrire avec plus ou moins de détails, viennent en complément les unes des autres pour nous renseigner sur leur origine commune.

Il est possible que certains plissements de la zone interne de la Cordillère se rattachent également à leur plan, tels sont par exemple les cassures des massifs de Benthuy et le chevauchement hypothétique de la bordure occidentale de ce massif par le paléozoïque de Hieu My.

Pour expliquer ces phénomènes, fixons dans l'espace la région qu'ils intéressent, en tenant compte de la nature des forces qui agirent sur les objets qui les entouraient.

Au nord, s'étendait un champ de forces orienté vers le sud-est et dont l'origine est la masse de Phou Huat.

Au sud, se trouvait un champ de résistances provenant de la Cordillère annamitique, que nous pouvons considérer comme étant à peu près immobile par rapport au Phou Huat.

Le pays qui se tenait entre eux, sollicité à la fois par les forces agissant dans l'un et l'autre de ces champs, ne put manquer d'être affecté de mouvements de diverses directions ; ceux-ci donnèrent lieu à la formation de plis tordus dans lesquels il est facile de retrouver l'influence du champ dominant, grâce à la prépondérance de l'une ou de l'autre des deux directions ; nord-ouest et nord-est ; la première prédominant au sud, dans la torsion du Nui Thung Giang, la seconde étant plus accusée au nord, dans les torsions des collines de Long Thai et du Nui Dai Vac.

A l'influence de ces champs de forces et de résistances, si nous ajoutons celle de petits dômes anticlinaux anciens, formant des bombements locaux et résistants au milieu du synclinal triasique, on comprendra, sans qu'il soit nécessaire de s'étendre davantage, que cette région ne pouvait se plisser sans se tordre, se casser et même se décoller, suivant un plan dont il est relativement facile de retrouver les forces déterminantes.

B. — Les plissements de l'aire anticlinale du Phou Huat et de sa zone d'ennoyage

La région qui va nous occuper s'étend sur la rive gauche du Song Ca, au nord du parallèle de Do Luong.

Au point de vue géographique, c'est à l'est, entre la mer et le Song Con, une région de collines basses, disposées en chaînes ou en chapelets, dessinant des arcs grossièrement concentriques. A l'intérieur de ces arcs, fortement aplatis et même déprimés dans le sens sud-est nord-ouest, s'étend à l'ouest, dans la boucle du Song Con, une région qui, tout en présentant la même disposition en arcs, a déjà la continuité d'un véritable massif. Ce noyau, souvent hérissé de rochers, de barres et de masses calcaires, se relie au nord-ouest, en dehors des limites de notre travail, à un pays plus élevé, le massif du Phou Huat.

La région des arcs de bordure de ce massif n'est pas complètement dépourvue de masses rocheuses, mais celles-ci ne se présentent qu'en rochers isolés, disposés souvent comme des récifs au milieu des plaines de rizières. A l'exception des parties

habitées par quelques Muongs, au nord-ouest de Hoang Mai, ce pays de collines, presque complètement déboisé, n'est peuplé que d'Annamites.

La région située à l'intérieur de la boucle du Song Con, que nous avons aussi désignée sous le nom de *pays Muong du Nghe An* est, par contre, couverte de forêts au milieu desquelles s'ouvrent les petites clairières où se tiennent les villages. Ce pays présente quelques jolis paysages, dans lesquels le pittoresque ne fait pas défaut.

Pour terminer nous mentionnerons, tout à fait à l'extérieur des arcs de la bordure, des plateaux gréseux horizontaux limités par de belles falaises qui descendent le plus souvent jusqu'au sol des plaines, ou qui bordent le littoral. Deux de ces plateaux sont plus importants, ils sont situés : l'un au sud du Phu Dien, contre le Nui Dai Vac, où il constitue un massif étroit, allongé vers l'ouest-nord-ouest, depuis la mer jusqu'à la route de Phu Dien à Do Luong ; la route mandarine et la voie ferrée le recoupent entre les stations de My Ly et de Do Cam ; l'autre dirigé nord-nord-ouest à partir du Cap Bouton (au sud du Cap Talus) s'éloigne dans la direction du Thanh Hoa. En dehors de ces deux masses principales, on peut encore mentionner les tables gréseuses du Cap Falaise et celles qui se trouvent à l'ouest de Xuan Hoa.

Au point de vue géologique, cette région correspond à la terminaison, puis à l'ennoyage vers le sud-est de l'anticlinal cristallin et paléozoïque du Phou Huat sous les dépôts triasiques du golfe du Nghe An.

L'aire anticlinale du Phou Huat, complètement reprise par les mouvements secondaires, n'a plus rien conservé de sa structure hercynienne et anté-hercynienne. Nous y avons reconnu cependant l'existence d'une série de schistes cristallins, gneiss et micaschistes, plus ancienne que le paléozoïque qui la recouvre et a fortiori que les granites qui la percent et qui métamorphisent la série sédimentaire. Sa couverture anthracolithique et mésozoïque comprend deux séries : l'une, plissée, constituée par des grès schisteux lustrés, des dacites et du trias ; la seconde, à peu près horizontale et discordante sur la précédente, est formée par une grande épaisseur de sédiments détritiques d'âge rhétien.

Les plis secondaires, dirigés en moyenne nord 50° à 60° est, s'incurvent à leur deux extrémités, vers l'arrière, c'est-à-dire en direction nord-ouest, de chaque côté du Phou Huat ; ils affectent ainsi la disposition en arcs emboîtés et convexes au sud-est que traduit bien la topographie. Le principal de ces arcs plissés. *le chevauchement du Nui Bo Bo*, correspond à un décollement dans la masse du Phou Huat, qui a cheminé, en se plissant, vers le sud-est, où il est venu déborder les dépôts triasiques du Golfe du Nghe An. Ce chevauchement est précédé par un anticlinal de paléozoïque et de dacites, *l'anticlinal du Nui Ya Theo*, qui paraît avoir joué un rôle assez important dans le décollement du Phou Huat.

Dans *le synclinal du Song Ca*, les arcs plissés paraissent se raccorder suivant un faisceau parallèle à la virgation des massifs côtiers. Nous avons désigné ce faisceau de raccord, qui sera étudié dans un paragraphe spécial, sous le nom de *virgation du Nghe An*.

Au nord, nous n'avons pu suivre ces arcs en dehors de notre zone d'étude ; peut être s'éteignent-ils progressivement dans le synclinal triasique de la bordure nord-orientale du Phou Huat.

En arrière, le chevauchement du plateau de Nong Et s'emboîte probablement dans ce système de plis en arcs.

Dans ce paragraphe nous nous occuperons spécialement de la partie principale ou axiale des plis qui constituent les *arcs du Song Con* et le *chevauchement du Nui Bo Bo*, en commençant par *le nœud du Nui Ya Theo* qui est en quelque sorte la terminaison sud-occidentale de l'anticlinal du même nom. Les raccords de ces arcs suivant *la virgation du Nghe An* feront l'objet, comme nous l'avons déjà dit, d'un autre paragraphe.

a) *Le nœud du Nui Ya Theo et le raccord avec les torsions du sud du Nghê An.* (Carte n° 6).

L'axe de ce nœud est constitué par un petit massif isolé, principalement schisto-gréseux et de contour presque circulaire : le Nui Ya Theo ; la partie nord-est de cette montagne déprimée en cirque est entourée de crêtes basses et un peu arrondies ; une dépression plus importante de ce cirque, dirigée sud-ouest nord-est, est jalonnée par de petites masses rocheuses calcaires qui s'éloignent au nord-est vers Dong Mai et jusqu'auprès de Thuan Vi. Au sud du massif, une dépression plus petite, dirigée au sud-est vers Dong Thong, est également occupée par des rochers calcaires qui se mettent dans l'alignement des pitons isolés dans la plaine, entre le Nui Ya Theo et Phu Diên.

En arrière du Nui Ya Theo, c'est-à-dire à l'ouest et au sud-ouest, entre la chaîne du Nui Bo Bo et le Song Ca, se voient des collines basses généralement schisteuses, sans direction bien définie, sauf au sud, que couronnent dans les environs de Tien Nong des rochers calcaires alignés à l'est sud-est. Un autre témoin rocheux se trouve près du Song Ca au nord-ouest de Do Luong, sur le flanc méridional de la ligne de hauteurs qui rejoignent au sud-est les collines de Long Thai.

C'est dans cette région que M. Deprat avait signalé un bel anticlinal démantelé, situé au point de rebroussement des lignes directrices [15]. Nous allons voir que l'anticlinal en question, le Nui Ya Theo, ne correspond pas à un rebroussement, mais que c'est le point de jonction d'un faisceau de plis divergeant brusquement à l'est.

Le massif du Nui Ya Theo présente en plan une disposition très particulière. Les alignements rocheux de Dong Mai et de Dong Thong, composés de calcaires triasiques, correspondent à deux charnières synclinales dirigées, l'une au nord-est, parallèlement au Nui Bo Bo, l'autre au sud-est. Le substratum de ces calcaires constitué par des poudingues, des grès et parfois par des schistes rouges du trias, est limité à l'est par les deux côtés d'un angle presque droit, ouvert dans cette direction et ayant son sommet dans la dépression de Dong Mai, un peu au sud-est du témoin calcaire le plus occidental du massif ; son côté nord, qui suit sensiblement la dépression précitée, sépare indifféremment le trias des dacites ou des quartzites ferrugineux, supposés dévoniens, qui se tiennent au-dessous de la roche éruptive suivant un contact est-ouest. Ce contact du trias avec ces terrains plus anciens indique le passage d'une cassure qui serait parallèle au front du Nui Bo Bo. Le second côté de l'angle dirigé sud-sud-est est

composé de deux éléments de courbes, l'un convexe, l'autre concave, vers le nord-est ; il met en contact normal, suivant un plan moyennement incliné au sud-ouest, les poudingues triasiques, à l'ouest, avec les dacites, à l'est.

Voyons maintenant l'allure des plis, dans le trias en particulier, de chaque côté de ces lignes de contact.

Au nord de la cassure de Dong Mai, les calcaires triasiques assez tranquilles se relèvent doucement sur les poudingues disposés en anticlinal parallèlement à la fracture, c'est-à-dire en direction nord-est. Cette direction nord-est se suit dans toute la bordure nord-ouest du Nui Ya Theo ; au sud-ouest, elle se prolonge encore à l'ouest de Trang Tinh et jusqu'aux calcaires de Tiên Nong où elle est en conflit avec la direction sud-est, cependant que plus au nord-ouest elle domine toujours dans le flanc sud-est du Nui Bo Bo, c'est-à-dire à plus de 17 kilomètres à l'ouest du point de rencontre des deux lignes de contact du trias avec les terrains plus anciens du Nui Ya Theo. Arrêtons-nous là pour le moment et retournons en arrière pour étudier l'allure des plis sur le flanc méridional du Nui Ya Theo.

Dans tout le trias de cette région, c'est la direction sud-est qui domine jusqu'au Song Ca. Dans le Nui Ya Theo, les poudingues viennent au contact des dacites suivant une zone d'écrasement intense qui se suit à travers le synclinal calcaire de Dong Thong, sur le versant méridional duquel les calcaires, déversés au nord-est et broyés, supportent quelques couches de poudingues réduits en bouillie suivant un pli anticlinal étiré, qui se termine au sud par des grès, puis par des schistes rouges. Le chapelet de rochers calcaires, qui continue vers Phu Dien le synclinal de Dong Thong, indique une incurvation de cet élément structural vers l'est puis l'est-nord-est ; nous verrons plus tard qu'il est légitime d'admettre que ce synclinal va se raccorder avec les rochers calcaires situés au sud et à l'est de la station de Cau Giat, après avoir longé, à une certaine distance à l'est, le prolongement des dacites du Nui Ya Theo qui entrent dans la constitution de l'anticlinal de ce nom.

Revenons à l'est. La direction nord-ouest sud-est, qui ne dépasse pas le parallèle de la cote 208 dans le massif du Nui Ya Theo, se retrouve légèrement infléchie à l'ouest dans tout le synclinal calcaire de Tien Nong, mais ici il est très remarquable de constater la superposition de deux directions (nord-ouest et nord-est) ; la direction nord-ouest ou nord-nord-ouest est seulement conservée dans l'alignement général des masses calcaires qu'accuse encore une dépression axiale ; quant à la direction nord-est, elle est tordue et passe fréquemment au nord, c'est elle qui donne l'allure en dents de scie, si caractéristique, des parois septentrionales et méridionales de ces îlots.

Plus au sud, dans la bande triasique qui vient de Long Thai au sud-est, quelques inflexions locales indiquent encore l'existence de la direction nord-est, mais c'est la direction nord-ouest qui domine, désormais, en se dirigeant vers l'ouest ; elle s'affirme de plus en plus sur la rive gauche du Song Ca, dans les collines au sud du Nui Bon, situées parallèlement au front du chevauchement du Nui Bo Bo, qui lui aussi a abandonné brusquement la direction sud-ouest pour se diriger au nord-ouest.

Schématiquement, la structure de la région que nous venons de décrire peut se traduire en plan de la façon suivante, en ne tenant compte que des directions dominantes.

Comme il est facile de s'en rendre compte sur ce schéma, il n'y a pas, dans l'arrangement des plis de cette région, quoi que ce soit qui fasse penser à un rebroussement ; la disposition en faisceau apparaît avec la plus grande netteté.

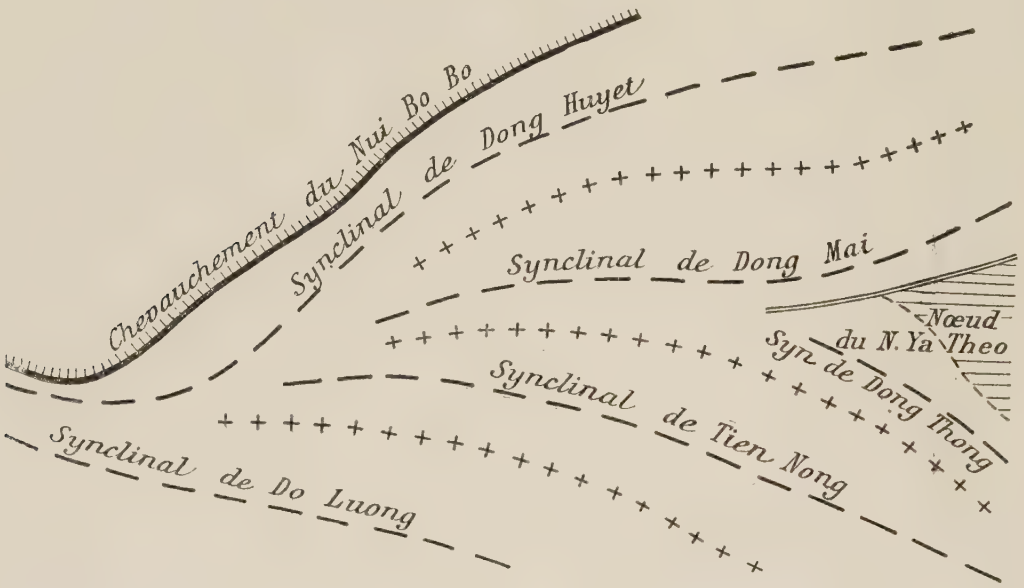


Fig. 35. — *Schéma structural du nœud du faisceau de plis du Nui Ya Theo.*

Echelle : 1/ 200.000

b/ Les plis dans la région frontale du chevauchement du Nui Bo Bo.

Dans une coupe précédente (fig. 22, p. 178), nous avons eu l'occasion de décrire le chevauchement du Nui Bo Bo au nord-ouest de Thuan Vi et nous avons vu que sa principale caractéristique, au droit de ce point, était d'avoir ramené en surface une écaille de granite venue de la profondeur.

Cette écaille, qui constitue la partie inférieure du chevauchement, vient s'appuyer sur le trias affecté de plis couchés, dont les flancs inverses, étirés ont souvent disparu. Ces plis s'arrêtent au-dessus du petit anticlinal de poudingues triasiques de Thuan Vi, en avant duquel le synclinal de Dong Mai vient buter par faille contre l'anticlinal du Nui Ya Theo. A l'époque des mouvements secondaires ce dernier paraît avoir joué le rôle d'obstacle plus ou moins mobile, puisqu'il a vu passer au-dessus de lui les vagues

de pierres venues du nord-ouest et qu'il n'a pas empêché le plissement de la région située plus au sud-est ; lui-même d'ailleurs a été affecté de phénomènes en retour.

Retournons un peu en arrière, c'est-à-dire au sud-ouest. La piste qui va de Cam Huong sur le Song Ca, à Dong Vinh sur le Song Con, nous fournit une coupe passant par le point d'inflexion vers le nord-ouest du front du chevauchement du Nui Bo Bo.

Jusqu'au-dessous de la crête du Nui Bo on ne sent partout que des schistes triasiques, rouges ou bien roses et jaunes, et même un peu verdâtres, puis vient au-dessus une roche granitoïde très écrasée qui se développe surtout au nord-est ; cette roche, qui est un granite à muscovite, est séparée des schistes triasiques par quelques couches d'un grès sériciteux qui pendent faiblement au nord. Le passage du col lui-même se fait sur des schistes très siliceux et des quartzites injectés de fer, avec séricite et muscovite, inclinés presque verticalement au nord-est ; ces sédiments qui peuvent appartenir à la formation des lydiennes dévoniennes, sont recouverts un peu plus au nord par les schistes gréseux et les grès de l'anthracolithique qui se suivent de là jusqu'un peu avant Dong Vinh. En approchant du Song Con, il est facile de se rendre compte que cette formation est affectée de plis courts et nombreux qui pendent dans l'ensemble de 20° à 30° et souvent moins au nord-ouest.

Suivons maintenant, vers le nord-est, le front du Nui Bo Bo; la mauvaise route de Do Luong à Qui Hau sur le Song Con, nous permet de relever encore une coupe.

Après le terrain rouge très schisteux qui sert de substratum aux calcaires du synclinal de Tien Nong, on traverse une zone de schistes jaunes et roses, déjà vus dans la coupe du trias du Thuan Vi à Tri Lé. Ce trias, affecté de plis plongeant au nord-ouest, affleure presqu'au pied de la montagne ; plus au nord, apparaît une série très broyée de quartzites ferrugineux, puis de grès schisteux, inclinée dans l'ensemble au nord-ouest ; le contact de ces couches, qui représentent sans doute le dévonien et l'anthracolithique, avec le trias s'observe mal, tout ce qu'il est possible d'en dire c'est qu'au point où il doit se faire, se trouvent de petits blocs de granite très écrasé. Il n'y a donc guère de doute pour qu'une petite lame de granite se place en ce point à la base du paléozoïque, où elle jalonnerait exactement le front du chevauchement entre le granite de la coupe précédente et celui de Qui Lang situé plus au nord-est. Au nord, la coupe se termine par les mêmes grès schisteux, plus ou moins froissés, avec schistes altérés et rubéfiés qui se suivent jusqu'auprès de Qui Hau.

Passé la coupe de Thuan Vi à Tri Lé déjà décrite (fig. 22, p. 178), nous trouvons encore des renseignements intéressants sur la route qui va de Yen Ly à Phu Qui (Nghia Hung).

Les premières collines que traverse cette route jusqu'aux environs de Yen Lung sont constituées par des dacites qui, dans l'ensemble, dessinent une voûte beaucoup plus inclinée à l'est qu'à l'ouest, dont la direction moyenne est nord-nord-est. Près de la clé, fortement érodée, se montrent au-dessous, des grès de l'anthracolithique qui affleurent dans de petites collines un peu au sud-ouest. Cette voûte est le prolongement évident, vers le nord-est, de l'anticlinal du Nui Ya Theo. Vers l'ouest, les dacites s'enfoncent sous des schistes avec calcaires du trias contenant un peu de carbonate de cuivre, et surmontés anormalement par les poudingues du même âge. Cette bordure, étroite, laminée et minéralisée, paraît correspondre au passage du chevauchement du Nui Bo Bo.

Plus au nord-ouest et jusqu'à Phu Qui, on ne voit que des grès et des schistes du trias, recouverts en certains points par un peu de basalte récent.

A peu de distance au nord-est de cette coupe, nous pouvons en relever une autre assez semblable, depuis les environs de la station de Cau Giat jusqu'à Tam Le sur la route de Yen Ly à Phu Qui, que nous avons suivie précédemment.

Avant de décrire cette coupe, rendons-nous sur le littoral aux abords de Cap Falaise pour revenir de là vers Cau Giat.

Depuis le littoral jusqu'aux abords de la voie ferrée, à quelques kilomètres au sud de Cau Giat, se remarquent quelques collines de poudingues à gros éléments, dont les principales, celles du Cap Falaise, dessinent des tables presque horizontales qui ont près de 200 mètres d'épaisseur visible; ces poudingues sont en tous points semblables à ceux que nous avons attribués au rhétien, plus au nord et au sud, où ils présentent également la même allure tranquille et la presque horizontalité.

Entre ces grès rhétiens et la voie ferrée, des calcaires triasiques forment un chapelet de petits pitons dont les strates sont inclinés à 40° au sud-est. Bien que le contact du rhétien sur le trias ne puisse s'observer ici, il est cependant intéressant de faire remarquer les différences de pendage que présentent, à une faible distance, des dépôts d'âges relativement peu éloignés.

Les calcaires de Cau Giat qui se prolongent au nord vers Hoang Mai, doivent rejoindre au sud ceux du synclinal du Dong Thong, parallèlement à la bordure orientale de l'anticlinal du Nui Ya Theo.

Prenons maintenant la route de Cau Giat à Tam Le. Dès la station de Cau Giat, les dacites très laminées, inclinées de 30° à 65° au sud-est, parallèlement au chapelet de pitons de calcaires triasiques, affleurent dans une petite colline ; de là, on suit cette formation vers le nord-ouest sur six kilomètres de distance linéaire, à la traversée de plusieurs chaînes de mamelons avec un pendage toujours dirigé au sud-est ; en avant de la principale chaîne de collines il semble qu'une faille de direction nord-est mette à leur contact quelques îlots de calcaires triasiques. Plus loin, les dacites viennent se terminer contre une seconde bande de calcaires triasiques inclinés à 30° au sud-est, suivant une surface de contact anormal, par l'intermédiaire d'une brèche constituée presque exclusivement par des dacites.

Au delà des calcaires, viennent des grès triasiques, puis une nouvelle brèche, recoupée par des filonnets de quartz, qui paraît provenir au moins partiellement de l'écrasement d'un granite ; aucun pendage n'est visible dans cette région jusqu'à Tam Lé.

Cette coupe est particulièrement intéressante, car en arrière (ouest) du rhétien horizontal, elle nous montre l'anticlinal de dacites du Nui Ya Theo, cassé longitudinalement, écrasé et reployé en arrière par-dessus le trias et semble-t-il aussi par-dessus le front de chevauchement. Ce pli qui présente les caractères d'un phénomène en retour, n'indique-t-il pas la présence, à peu de distance au sud-est, d'un élément cristallin très résistant ?

Poursuivons vers le nord-est. Une coupe intéressante se présente dans les collines à l'ouest de Xuan Hoa.

Cette coupe passe par les dacites et par la bande calcaire orientale de la coupe précédente, ; elle présente des analogies remarquables avec la coupe du gisement de Hoang Mai.

Les dacites très laminées sont séparées des calcaires triasiques 1a, à débris de fossiles siliceux, par une brèche de friction formée surtout à leur dépens. Contre ces

calcaires, qui plongent de 30° environ au sud-est, se voient des poudingues, avec grès grossiers, grès micacés bruns et un peu d'argiles rouges, le tout est disposé en lits presque rigoureusement horizontaux, c'est à peine si l'on remarque une légère inclinaison au sud-est ; ces grès qui sont rhétiens, se terminent au sud-est à une faible distance d'un îlot de calcaires très redressés vers le nord.

Il est donc hors de doute que le rhétien de cette région s'est déposé sur le trias plissé, sur lequel il a transgressé.

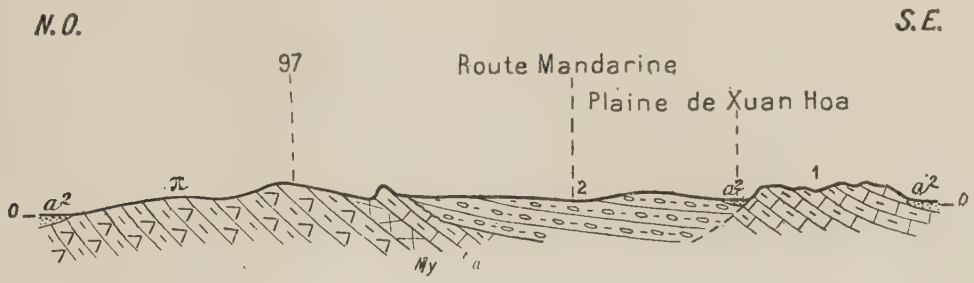


Fig. 36. — *Coupe des collines à l'ouest de Xuan Hoa.*

Echelle : 1/33.000

Légende : 1. Calcaires triasiques, avec fossiles siliceux en 1^a ; 2. Rhétien ; π. Dacites ; My. Brèche de friction. (On remarquera l'analogie de la disposition du trias dans cette coupe et dans celle du gisement de Hoang Mai fig. 23, p. 179).

Les mouvements que nous appelons mouvements secondaires sont donc antérieurs au rhétien ; et, il paraît assez logique d'admettre, comme nous le verrons plus tard, qu'ils se sont terminés avec la transgression rhétienne.

Dirigeons-nous maintenant au nord-ouest. Les dacites toujours inclinées au sud-est, se continuent jusqu'à la voie ferrée, au delà de laquelle, après un rocher de calcaires triasiques redressés, presque verticalement, vient une colline isolée, allongée au nord-nord-est, dont le flanc oriental est constitué par des poudingues, très inclinés à l'est, laminés et partiellement broyés, mais dont la plus grande partie est formée par une roche très écrasée, mylonitisée, qui est un microgranite passant à une rhyolite. Aucun pendage n'est visible dans cette formation sur laquelle viennent, à l'ouest, des poudingues, des grès et des schistes rouges triasiques, paraissant légèrement inclinés au nord-ouest. Le trias qui n'est pas écrasé, contraste avec celui situé plus à l'est. Nous venons donc, à n'en pas douter, de traverser encore ici le front de chevauchement du Nui Bo Bo, marqué en cet endroit par une lame de roches éruptives écrasées. En avant, l'anticlinal de dacite du Nui Ya Theo, redressé comme dans la région de Cau Giat, tend encore à se renverser sur lui. Les mouvements de cet anticlinal sont accusés par des contacts anormaux avec brèches de friction qui s'observent sur ses flancs et qui ont amené, notamment sur son flanc oriental, la suppression des poudingues de la base du trias.

Continuons vers le nord. Après avoir traversé le Song Mai, il est facile de constater que les lignes directrices sont passées de la direction nord-est à la direction

nord-nord-ouest, en conservant toujours l'inclinaison des plis vers l'avant, c'est-à-dire ici à l'est, et la disposition anormale des dacites et des calcaires triasiques qui les recouvrent à l'est. Nous ne redonnerons pas la coupe de Hoang Mai qui répète la structure des environs de Xuan Hoa, ni celle qui passe par le kilomètre 239 de la ligne Hanoi-Vinh, mais nous les complèterons.

A l'est de Hoang Mai, après un kilomètre de rizières, viennent les calcaires triasiques de Hoang Mai, dits encore de Quan Moc, dans l'ensemble, ils sont assez cassés, mais pendent faiblement à l'est ; plus loin, après quelques îlots de calcaires du même âge et de grès rhétiens, on aborde la masse principale de poudingues avec grès et schistes micacés de la bande rhétienne qui s'étend entre la plaine de Dong Li (1) et le littoral. Cette bande, affectée d'une large mais peu profonde dépression synclinale, orientée au nord-nord-ouest, se suit depuis le Cap Bouton jusqu'au delà des limites de notre étude dans le Phu Tinh Gia où elle a été étudiée par M. Jacob [30]. A son front occidental, elle laisse percer, en dessous d'elle, quelques îlots de calcaires triasiques assez fortement inclinés à l'ouest. Il n'y a donc aucun doute quand à sa position et il est permis d'affirmer, ici comme à Xuan Hoa, que les dépôts rhétiens sont sensiblement horizontaux et discordants sur le trias plissé et, comme conséquence, que les plissements qui affectent le trias sont anté-rhétiens.

A l'ouest du gisement de Hoang Mai, les dacites, toujours très laminées, viennent se redresser contre le trias qui comprend des poudingues laminés, des schistes rouges ou de diverses couleurs et des calcaires virgloriens, l'ensemble assez fortement redressé vient s'appuyer contre le front du chevauchement du Nui Bo Bo. Nous n'avons pas pu suivre, au nord-ouest de Hoang Mai, ce front de chevauchement, mais un peu en dehors de la limite de nos explorations, à 7 kilomètres à l'ouest-nord-ouest de la recherche minière de Quan Son, il est encore marqué en surface par une lame de granite écrasé ou de gneiss, recouverte vers l'ouest par un peu de lydiennes du dévonien. Toute la bande de trias, comprise entre Quan Son et ce contact, est extraordinairement plissée et même broyée. La recherche minière se trouve dans un plan de glissement, presque vertical, minéralisé en de nombreux endroits.

Pour en finir avec la région frontale du chevauchement du Nui Bo Bo, nous allons retourner au sud pour voir le contact du rhétien de My Ly-Do Cam avec l'anticlinal tordu du Nui Dai Vac.

Ce contact se fait suivant une ligne légèrement convexe au nord et dirigée est-sud-est ouest-nord-ouest depuis le littoral, au nord de Tan Loc, jusqu'au pied sud du Ru Tram, après lequel elle tourne au nord-ouest pour rejoindre la route de Phu Dien à Do Luong.

Dans sa partie orientale, entre la mer et Len Voi, le contact suit la direction de l'anticlinal du Nui Dai Vac ; au delà, par suite de la flexion vers l'ouest-sud-ouest de cet anticlinal, il recoupe les assises de sédiments qui le constituent, suivant un plan oblique qui le met en présence de terrains d'âges différents. Dans l'ensemble, la bande rhétienne affecte la forme d'un synclinal à peine déprimé, de direction ouest-nord-ouest.

---

(1) ou de Hoang Mai.

Une coupe relevée du sud au nord, sur le sentier qui passe à Len Voi, montre les grès schisteux lustrés de l'anthracolithique (avec poudingues visibles seulement à l'est de la station de Do Cam) s'enfonçant avec une discordance, à peine sensible ici, très accusée plus à l'est, sous des poudingues à éléments variés alternant avec des lits de grès schisteux bruns micacés qui plongent assez fortement au nord ; après une fracture verticale située à peu de distance au sud de la voie ferrée, cette dernière formation se relève pour décrire une voûte régulière au-dessus de la trouée étroite qu'utilisent ce chemin et la route mandarine. Plus au nord et jusqu'à la mer, elle prend l'allure tranquille des dépôts non plissés. Ces formations ne sont jamais écrasées, ni laminées, sauf, peut-être un peu, au voisinage de la fracture ; de plus, elles réunissent tous les caractères des dépôts rhétiens de la région : composition lithologique et alternance régulière de bancs durs et de lits moins résistants, ce qui donne à tous les sédiments rhétiens cet aspect onduleux suivant des bandes horizontales, ombrées différemment, qui se remarque sur tous les abrupts qui les limitent.

Plus à l'ouest nous n'avons pas vu de fractures ; mais fait plus intéressant, comme nous l'avons dit plus haut, il est facile, en parcourant plusieurs des sentiers qui recoupent le contact du rhétien, de constater que celui-ci se fait, soit avec les grès schisteux et feldspathiques de l'anthracolithique de l'anticlinal du Nui Dai Vac, soit avec les grès et schistes triasiques du revêtement de cet anticlinal, suivant un plan oblique par rapport à celui des assises de son substratum ; l'angle des horizontales contenues dans le plan de contact et dans le plan axial de l'anticlinal est ouvert à l'ouest, il est de l'ordre de grandeur de 30°.

La discordance qui sépare le rhétien du trias et, à fortiori, des terrains plus anciens est donc frappante. Elle vient, en outre, à l'appui des observations faites plus au nord pour démontrer l'âge rhétien des mouvements secondaires. Cependant ici, l'existence d'une fracture dirigée ouest-nord-ouest près du contact, au nord de Len Voi, nous apporte la preuve que des mouvements se sont produits après les dépôts rhétiens ou tout au moins dès le début de la transgression rhétienne ; à moins que, cette dislocation soit le témoin d'accidents plus récents, tertiaires par exemple, du même âge que ceux qui, dans le Huong Khé et sur le Song Ca, ont amené la formation des cuvettes où se sont déposées les molasses à lignite, puis plus tard, la dislocation de ceux de ces dépôts qui sont situés dans la vallée du Song Ca. Cette hypothèse est assez logique si l'on considère que dans les trois cas, les dislocations sont dirigées presque parallèlement vers le nord-ouest ou l'ouest-nord-ouest.

Quoiqu'il en soit un fait est établi : *c'est que les mouvements dits secondaires sont en majorité anté-rhétiens.*

c) Les plis en arrière du front du chevauchement du Nui Bo Bo.

Nous allons voir dans une coupe d'ensemble quelle est l'allure des plissements sur les deux versants de la vallée du Song Con et sur la partie du pays Muong qui se tient à l'intérieur de la boucle de cette rivière.

La coupe de Thian Vi à Tri Lé résume admirablement la structure du versant oriental de la vallée du Song Con (fig. 22, p. 178).

La région qu'elle traverse, immédiatement en arrière du front de chevauchement du Nui Bo Bo, présente en coupe un pli synclinal couché au sud-est, dont le flanc inverse aurait été laminé et réduit aux éléments ci-après : à la base une écaille de granite, puis quelques couches de lydiennes dévoniennes et pour terminer un peu de schistes triasiques à *Hoernesia*.

La charnière de ce synclinal est constituée par un lambeau de schistes à *Myophoria Goldfussi ;* ce sont les sédiments les plus élevés qu'il nous ait été donné d'observer dans la série triasique de cette région ; les calcaires à térébratules paraissent y faire défaut.

Le flanc normal du synclinal est arasé suivant une surface qui passe un peu au-dessus de la charnière et va recouper l'axe du pli dans la plaine du Song Con. Sa coupe montre un grand développement de trias depuis les couches à *Myophoria Goldfussi*, jusqu'aux poudingues de base, qui viennent s'appuyer sur une épaisseur importante d'anthracolithique gréso-schisteux, plaqué verticalement contre les calcaires marmorisés, supposés dévoniens. Le plus important témoin de ces calcaires constitue la masse énorme du Nui Vut, taillée verticalement sur toutes ses faces. La hauteur de ses parois s'élève sur son bord externe ou sud-est, entre 600 et 700 m. au-dessus de la plaine du Song Con, qui n'est qu'à la cote 30, tandis que sur son bord interne elle n'atteint pas tout à fait 400 mètres.

Soit que l'on suive le synclinal que nous venons de décrire, et que nous convenons d'appeler le *synclinal de Qui Lang*, dans la direction sud-ouest, ou au contraire dans la direction nord-est, cette coupe varie ; au sud-ouest le paléozoïque prend plus d'importance dans le flanc inverse, alors que le trias finit par disparaître ; au nord-est, c'est le contraire qui se passe, le trias finit par prendre un tel développement que sur la transversale sud-sud-est — nord-nord-ouest, il va se relier en arrière, dans la région de Phu Qui, à un second synclinal qui lui est parallèle et que nous pouvons appeler le *synclinal de Phu Qui*. Ces inégalités dans le développement des différents termes stratigraphiques qui entrent dans la constituation du synclinal de Qui Lang, sont dues partiellement à un ennoyage des plis dans la région du Song Mai, qui correspond, comme nous l'avons vu précédemment, à la fois à un abaissement d'axe du front du chevauchement du Nui Bo Bo et à l'inflexion vers le nord-ouest des lignes directrices. Il est très remarquable que cet abaissement d'axe et cette inflexion, de même que l'ennoyage qui suit celle-ci en arrière, coïncide avec les importantes coulées de basalte du Phu Qui dont nous avons eu plusieurs fois l'occasion de parler. Il semble donc que l'axe de cette dépression transversale, qui paraît suivre la bissectrice de l'angle d'inflexion des lignes directrices, coïncide avec une cassure postriasique dont le rejeu, à une époque très proche de la nôtre, aurait occasionné les épanchements de basalte.

La vallée du Song Con dans sa partie moyenne correspond à l'anticlinal qui sépare le synclimal de Qui Lang du synclinal de Phu Qui et aussi d'un autre synclinal situé au sud-ouest : *le synclinal du Ru A*, qui ne se place pas exactement sur le prolongement de celui de Phu Qui. Un relèvement d'axe dans les environs de Ke Bong But ne permet pas de se rendre compte de l'allure exacte des deux synclinaux. On peut dire cependant qu'ils continuent à être affectés par la disposition en arcs, convexes au sud-est, des plis que nous avons recoupés transversalement depuis la mer, et qu'en

outre ils paraissent constituer, avec les anticlinaux qui les limitent, des gouttières et des coulisses parallèles. Cette dernière disposition se limiterait à la partie médiane des arcs, c'est-à-dire à celle dirigée nord-est sud-ouest.

En arrière, sur le versant nord-ouest de la vallée du Song Con, s'étend un anticlinal de 12 à 13 kilomètres de largeur, constitué essentiellement par des calcaires cristallins, des marbres et des cipolins, qui marquent toutes les étapes d'un métamorphisme de contact ; quelques cornes, des schistes, des lydiennes et des quartzites, avec *en substratum* et *indifféremment* : des gneiss et des micaschistes, complètent le matériel de cet anticlinal, percé à Ke So par des granites qui viennent au contact des cipolins. Enfin près de Trong Hop, un filon d'une roche verte, qui paraît être une péridotite trés altérée, perce au milieu des schistes et des cipolins.

Il est difficile de parler des plissements de moindre importance qui affectent cet anticlinal ; ils appartiennent à plusieurs directions : certains témoignent nettement de poussées dirigées au sud-est, ce sont alors de petits plis couchés, dans la constitution desquels entrent des micaschistes, des schistes, des quartzites et des calcaires et cipolins.

Cet anticlinal secondaire que nous appellerons *l'anticlinal de Ke So,* est séparé d'un autre de constitution analogue (qui prend surtout de l'importance en dehors des limites de notre travail) par un synclinal de poudingues et d'argiles rouges du trias qui paraît peu accidenté, le *synclinal de Ban Cong* (1), que nous dénommons ainsi du nom de l'un des villages qui se trouvent dans sa région axiale. Le contact du trias de Ban Cong avec le paléozoïque de l'anticlinal de Ké So, qui se fait, semble-t-il, directement avec le terrain rouge, sans interposition des poudingues, a peut-être lieu suivant une surface de décollement sans doute peu importante, puisque au nord-ouest les poudingues reposent transgressivement sur les calcaires marmorisés du dévonien inclinés d'environ 30° au sud-est.

d) Résumé.

Les régions dont nous venons d'esquisser la structure comprennent d'une part, un nœud de raccordement des deux directions orogéniques principales, *le nœud du Nui Ya Theo,* puis une région plissée en arcs concentriques poussés au sud-est, dont la principale dislocation est *le chevauchement du Nui Bo Bo.*

Le *nœud du Nui Ya Theo* fait la liaison entre la région tordue, étudiée précédemment dans le sud du Nghe An, et les plis situés en avant du front du chevauchement du Nui Bo Bo. Il se compose d'un certain nombre de plis anticlinaux et synclinaux qui se placent dans deux groupes divergents, l'un en direction nord-est, le second en direction sud-est, de chaque côté de la terminaison périclinale et faillée, au nord-ouest, de l'anticlinal de paléozoïque et de dacites du Nui Ya Theo.

Ces plis se résolvent vers l'ouest, le long du Song Ca, en un faisceau dont toutes les directions se confondent en une seule : la direction nord-ouest.

---

(1) ou Khe Cong.

Le groupe méridional de ce faisceau peut se caractériser par ses trois synclinaux qui sont, du sud au nord : le *synclinal de Do Luong* qui passe sur le flanc sud de la torsion de Long Thai ; le *synclinal de Tien Nong* qui, probablement, est jalonné par un petit rocher calcaire aux environs de Nam Thon ; enfin, le *synclinal de Dong Thong* qui, après avoir décrit une courbe convexe au sud, entre Dong Thong et Phu Dien, remonte vers le nord pour rejoindre les îlots de calcaires triasiques situés au sud et à l'est de la station de Cau Giat.

Le groupe septentrional comprend les deux synclinaux suivants qui se raccordent peut-être au nord-est, un peu à l'ouest de la route de Yen Ly à Phu Qui : au sud, le *synclinal de Dong Mai* largement évasé dans la plaine du Thuan Vi où il va buter par faille contre l'anticlinal du Nui Ya Theo ; au nord, le *synclinal de Dong Huyet* chevauché par les granites et le paléozoïque du Nui Bo Bo.

La principale caractéristique de chacun de ces groupes de plis réside dans le fait que les plis du groupe méridional sont droits ou déversés au nord et que ceux du groupe nord sont déversés et même couchés au sud.

Tous ces plis, sauf le synclinal de Do Luong, se poursuivent au nord-est suivant un faisceau amygdaloïde, évasé au sud et très resserré au nord entre le Song Mai et Cau Giat, qui s'infléchit au nord-nord-ouest au delà de Hoang Mai, en se déversant un peu vers l'arrière (ouest). On peut donc dire que ces plis décrivent une série d'arcs emboîtés, poussés au sud-est et glissant au sud-ouest le long d'une bordure affectée de plis dirigés au nord-ouest parallèlement à la *virgation des massifs côtiers*.

En arrière, ce faisceau amygdaloïde est chevauché par le Nui Bo Bo. Le contact se fait suivant un arc aplati au front et légèrement sinueux sur la direction nord-est. Les deux extrémités de cet arc sont des lignes dirigées sensiblement au nord-ouest qui se raccordent suivant des courbes à petits rayons avec la partie frontale. Cette disposition en U s'oppose formellement à la double inflexion en Z des lignes directrices telle que la concevait M. Deprat [15].

Le chevauchement du Nui Bo Bo, marqué à son front par des écailles de cristallin, présente un profil assez singulier.

A son angle de rebroussement sud, le contact passe brusquement d'un plan voisin de la verticale à l'ouest, à un plan peu incliné sur l'horizontale au nord-est. Cette faible inclinaison de la surface du chevauchement se suit ensuite de là jusqu'aux abords de la route de Yen Ly à Phu Qui ; plus loin, le contact se fait suivant une courbe concave vers le haut qui s'accentue d'autant plus que l'on s'approche de la région déprimée du Song Mai, située au point d'inflexion des lignes directrices. Dans la dernière partie du chevauchement du Nui Bo Bo, le contact continue à se faire de la même façon. Nous ne l'avons pas suivi au delà du parallèle de Quan Son, situé un peu au nord de la limite de notre travail.

En arrière du front de chevauchement, nous avons pu noter une série d'arcs plus ou moins continus, affectés de plis plus ou moins marqués, dont le principal semble se placer sur le dos même du chevauchement ; il y constitue un beau synclinal couché à flanc inverse étiré au point que de nombreux termes stratigraphiques y font défaut. Ce synclinal, garni de sédiments paléozoïques et triasiques montant jusqu'au sommet du ladinien, est suivi au nord-ouest par un anticlinal de dévonien peu saillant, puis par deux synclinaux de trias disposés en gouttières parallèles : le *synclinal de Phu Qui* au nord et le *synclinal du Ru A* au sud ; après avoir dépassé ces deux synclinaux,

caractérisés déjà par des dépôts triasiques moins profonds, on traverse l'épais *anticlinal de Ke So* constitué surtout par des cipolins qui disparaissent au nord-ouest sous le terrain rouge du trias d'un dernier synclinal, le *synclinal de Ban Cong* ; les poudingues de ce trias viennent se relever au nord-ouest sur une région anticlinale, avec marbres dévoniens et micaschistes, qui dépasse vers le nord les régions que nous avons étudiées.

Au nord-est, tous ces éléments structuraux s'incurvent suivant la direction nord-ouest parallèlement à la route de Phu Qui à Ke Bon (Phu Qui Chau) ; au sud-ouest, ils se groupent en faisceau suivant la *virgation du Nghe An* que nous verrons dans le paragraphe suivant.

Par-dessus tous ces plissements, disposés en arcs parallèlement au littoral et aussi à la courbe du Song Con, nous avons observé du rhétien transgressif et discordant, suivant une bande maritime, conservée sur une longueur nord-sud qui, dans nos régions, est peu inférieure à 60 kilomètres. Ce rhétien est presque horizontal ; il est posé en discordance sur le trias dont le terme le plus récent paraît être constitué par les calcaires à térébratules que nous attribuons avec un point de doute au trias supérieur, ce qui semble indiquer que nos plissements dits secondaires ont atteint leur paroxysme à cette époque ; ils ne doivent pas, en tous cas, s'être continués après la transgression rhétienne. La fracture qui intéresse le rhétien au nord de Len Voi ne correspond probablement pas à des mouvements orogéniques importants ; elle entre peut-être dans le cadre de ceux qui ont permis les dépôts miopliocènes et qui les ont dénivelés plus tard.

C. — La virgation du Nghe An.

La région dont nous allons décrire la structure, comprend surtout la rive gauche de la vallée du Song Ca entre Cay Chanh et Ban Khe Bo ; au delà, elle déborde un peu sur la rive droite jusqu'auprès de Muong Sen.

Au point de vue topographique, les versants des deux rives de ce fleuve sont nettement différents.

Abrupt et profondément découpé, le versant rive droite s'élève rapidement au Phou Lon Sud jusqu'à 1.561 mètres ; alors que celui de la rive gauche est constitué par des chaînes de collines arrondies, souvent très peu élevées, qui se suivent transversalement vers le nord, jusqu'au pied du grand massif de calcaires marmorisés que nous avons déjà rencontré au nord-ouest du synclinal triasique de Ban Cong ; ces calcaires, d'après les observations très récentes de M. Dussault, pourraient se poursuivre jusqu'à Muong Lam, village situé en amont de Cua Rao sur le Nam Neun.

Ce pays de collines est très boisé ; d'assez nombreux villages Muongs s'y rencontrent.

Au point de vue géologique, c'est, en aval de Cua Rao, un faisceau de plis, tordu, qui s'évase brusquement en une sorte de virgation plus régulière à l'est de Ban Khe Bo ; ce faisceau que nous avons désigné par le nom de *virgation du Nghe An* se raccorde aux arcs du Song Con qui n'en sont que les prolongements.

Par rapport aux autres éléments structuraux, la virgation du Nghe An, emboîte parallèlement la virgation des massifs côtiers ; à son arrière elle est suivie par le chevauchement du plateau de Nong Et.

Deux coupes suffisent pour donner un aperçu de la nature des dislocations comprises dans la virgation du Nghe An ; pour compléter il n'y aura plus qu'à faire rentrer ces coupes dans le cadre des observations faites, antérieurement, sur les arcs du Song Con et dans la Cordillère annamitique.

a) *Coupe entre le Song Ca et Ban Pieng Phai.*

Cette coupe, dirigée du sud au nord, recoupe la virgation du Nghe An à une distance à peu près égale de Con Cuong et de Ban Khe Bo, depuis le massif de Khe Chay jusqu'à l'anticlinal de calcaires marmorisés du dévonien, qui se tient à l'extrémité nord de notre travail, de chaque côté du 105° parallèle. C'est cet anticlinal qui est situé en arrière du synclinal triasique de Ban Cong.

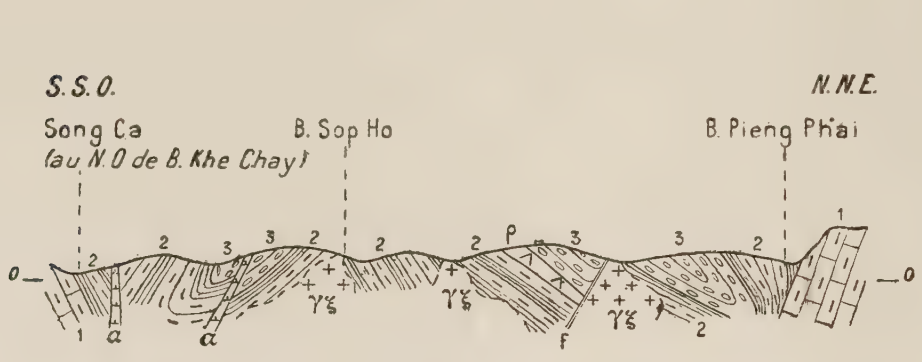


Fig. 37. — *Coupe entre le Song Ca (au N. O. de Ban Khe Chay) et B. Pieng Phai.*

Echelle : 1/200.000

Légende : 1. Marbres et cipolins supposés dévoniens ; 2. Anthracolithique gréso-schisteux lustré ; 3. Poudingues triasiques ; γ ξ. Granites, y compris leurs zones de contact ; ρ. Rhyolites ; α. Andésites.

Les calcaires marmorisés du massif de Khe Chay plongent fortement au nord-est, aux abords ou dans le lit du Song Ca, sous une série laminée, très dynamométamorphisée, de grès et de schistes sériciteux et feldspathiques appartenant à l'anthracolithique. Les décollements avec glissements y sont la règle, ce sont eux qui ont ramené, au sein même des schistes lustrés, des lames de calcschistes complètement cristallins et des amygdales de roches éruptives, en particulier du granite; ces dernières roches sont tellement altérées et écrasées qu'il est difficile de reconnaître nettement leur structure, on n'y voit pas autre chose que du quartz, du feldspath, du fer et plus rarement du mica. En un point, dans le lit du fleuve, un filon d'andésite

coïncide avec un changement de pendage et probablement au si avec une cassure. Plus au nord, les schistes lustrés qui, du côté de B. Khe Thay, ont ramené en surface un énorme rocher de calcaires dévoniens, en grande partie transformés en cipolin à muscovite, sont inclinés de 30° à 50° et même plus au sud-ouest.

De chaque côté de Ban Phuc, se voient des poudingues triasiques laminés avec galets de rhyolite, qui sont disposés en synclinal déversé légèrement au nord-est. Une fracture avec brèche de friction, remplie par un filon d'andésite altérée, divise ce synclinal en deux parties dans le sens de sa longueur.

Les schistes lustrés, qui supportent les poudingues triasiques, passent à de véritables micaschistes près de Ban Sop Ho ; ce métamorphisme coïncide avec un changement du pendage qui désormais passe au nord-est, ce qui semble bien indiquer la présence en ce point, et à très peu de distance au-dessous, d'un anticlinal de granite. Après cette zone de contact très étroite, les grès schisteux lustrés se suivent jusqu'aux abords de Ban Houei Tien avec le même pendage ; entre temps, revient un second affleurement très étroit de micaschistes de contact qui fait toujours penser à la présence du granite très peu au-dessous. Au nord de B. Houei Tien, la série lustrée est recouverte par quelques rhyolites très érodées ; les poudingues venant au-dessus constituent un affleurement assez important qui se suit jusqu'aux environs de Ban Choc. Une cassure avec brèche de granite et quelques lames de micaschistes interrompt, sur une courte distance, l'affleurement de poudingues. Passé le trias, on revient dans les grès schisteux lustrés dont les couches se redressent peu à peu, passent à la verticale, puis s'inclinent à 60° ou 70° au sud-ouest pour venir s'appuyer sur les calcaires marmorisés, au nord de B. Pieng Phai.

Comment cette coupe peut-elle se raccorder avec les arcs du Song Con ?

Les plis situés au sud de B. Sop Ho comprennent, d'une part, le faisceau de plis qui se groupe autour de Nui Ya Theo, et, d'autre part, plus en arrière, le synclinal de Qui Lang, l'anticlinal du Nui Vut et le synclinal du Ru A. Tous ces plis, qui s'étendaient transversalement entre la mer et l'extrémité nord-ouest de la plaine du Song Con sur une distance qui pouvait dépasser 40 kilomètres, sont resserrés, ici, sur une bande de moins de 7 kilomètres de largeur ; une telle réduction implique nécessairement un laminage intense qui permet d'expliquer toutes les amygdales et les écailles de cipolins et de roches cristallines, de même que les brèches et peut-être les montées d'andésite, qui sont la caractéristique de cette région et que notre coupe représente d'une façon par trop schématique.

En arrière, entre Ban Sop Ho et Ban Pieng Phai, il est plus facile de reconnaître les prolongements de l'anticlinal de Khe So et du synclinal de Ban Cong ; il semble que, sauf la fracture qui divise le synclinal triasique de Ban Cong en deux parties et le pli qui affecte la partie nord de ce synclinal, toute cette région ait été protégée partiellement des plissements par une masse cristalline importante, située en profondeur, entre B. Sop Ho et B. Pieng Phai.

Si nous poursuivons tous ces plis au nord-ouest, nous constatons que d'une manière générale, ils s'infléchissent à l'ouest et au sud-ouest pour traverser le Song Ca entre B. Khe Bo et Cua Rao. En arrière, entre eux et la grande masse de cipolins qui s'éloigne dans la direction de Muong Lam, se tient une aire de schistes gréseux plus ou moins

lustrés et métamorphisés qui correspond probablement, dans sa partie sud, à une bosse anticlinale et dans sa partie nord, à une zone synclinale plissée, indépendante de la virgation du Nghe An ; cette virgation, en amont de Cua Rao, semble se terminer entre la bosse anticlinale précédente et la masse du Phou Lai Leng ; cependant que plus en amont, le synclinal de schistes lustrés, indépendant de la virgation, envoie une digitation sur la rive droite du Nam Mo, en avant du plateau Meo de Nong Et.

b) Coupe relevée sur le Nam Cha Lap. (Pl. III, fig. 1)

Cette coupe, qui complète celle que nous avons déjà donnée en faisant l'étude de la Cordillère annamitique, recoupe la virgation du Nghe An un peu avant son origine

Après les quelques couches de schistes et de calcschistes complètement recristallisés, que nous avons recoupées dans la haute vallée du Nam Cha Lap ou Nam Kat, (p. 283) nous pénétrons dans une épaisse série de schistes et de grès lustrés d'âge anthracolithique, qui se suit avec une forte inclinaison au nord-est jusqu'un peu au nord du parallèle passant par le sommet du Phou Lon Sud. Cette formation ne paraît constituer qu'un seul synclinal dont la charnière serait occupée par des rhyolites et un peu de poudingues du trias, très laminés. Plus au nord reviennent des rhyolites, toujours inclinées dans le même sens, qui, dans leur partie axiale, laissent percer une lame de calcschistes très cristallins, probablement dévoniens, sans interposition de schistes lustrés ; par contre, un peu de trias se trouve pincé au nord entre les rhyolites et les schistes lustrés, redressés verticalement. Dans la vallée du Song Ca, cette dernière formation passe à de scornes et à des quartzites à minéraux, qui paraissent appartenir à la bosse anticlinale dont nous avons supposé l'existence au nord de la partie terminale de la virgation.

Cette coupe montre encore des laminages et des suppressions de séries, et par suite, des contacts anormaux dont l'explication est difficile à donner. Il est d'ailleurs suffisant, en l'état actuel de nos connaissances, de ne tenir compte que de l'ensemble des faits.

Au nord-ouest, les plis, que nous avons recoupés dans le Nam Cha Lap, viennent s'éteindre au contact des granites du Phou Lai Leng qui affleurent presque aussitôt à leur limite occidentale. Au sud de Cua Rao, la virgation du Nghe An, resserrée entre les schistes cristallins au nord et le granite au sud, n'a plus au total que 4 kilomètres de largeur.

Pour en finir, nous ferons remarquer que la virgation du Nghe An s'arrache des flancs de la Cordillère annamitique suivant une zone jalonnée par quelques lambeaux un peu disloqués de miopliocène lacustre à lignite ; cette formation se serait déposée dans une sorte de fossé creusé à la suite de nouveaux mouvements de faible importance ; sa dislocation qui paraît se ramener à des cassures plutôt qu'à des plissements, serait donc due à des mouvements un peu plus récents encore, peut-être contemporains des éruptions basaltiques de Phu Qui.

Résumé.

La virgation du Nghe An, comprend deux faisceaux de plis qui se prolongent à l'est et au nord-est par les arcs plissés du Song Con.

Le faisceau le plus méridional est constitué par les plis qui se sont formés, en avant du chevauchement du Nui Bo Bo, de chaque côté de l'anticlinal du Nui Ya Theo.

Le faisceau septentrional, constitué par les plis du chevauchement du Nui Bo Bo, comprend d'abord une partie sud-occidentale très laminée et réduite à l'état d'écailles et d'amygdales, qui prolonge les plis du chevauchement, puis en arrière une partie plus largement plissée et fracturée, qui correspond à une zone plus résistante, probablement par suite de l'existence de masses granitiques situées en dessous et à une faible profondeur.

Ces deux faisceaux se rapprochent, aux environs de B. Khe Bo, après s'être infléchis à l'ouest puis au sud-ouest. A partir de là, ils traversent le Song Ca, au sud duquel ils décrivent une courbe très accusée le long des massifs de Khe Chay et du Phou Lai Leng; se rapprochant ensuite du fleuve, dans la région de Cua Rao, ils viennent se confondre en une masse de plis verticaux, puis se terminer entre le granite du Phou Lai Leng au sud-ouest et une bosse de schistes lustrés et métamorphisés avec cornes et quartzites à minéraux qui se tient au nord-est en amont de Cua Rao.

La virgation du Nghe An présente bien les caractères d'une *virgation forcée* ; elle s'est arrachée, à l'ouest, des flancs de la Cordillère, sous l'influence de la poussée dirigée au sud-est qui a produit le chevauchement du Nui Bo Bo et les arcs plissés du Song Con, avec lesquels elle se raccorde. En arrière, elle est suivie par le chevauchement du plateau de Nong Et, dont la sépare une zone anticlinale, puis synclinale, de schistes lustrés; en avant, elle est précédée par la virgation des massifs côtiers, constituée en grande partie par le matériel hercynien du Phou Lai Leng.

D. — La structure d'ensemble de la bordure interne de la Cordillère annamitique.

En décrivant la structure de la région qui, transversalement, s'étend entre le Mékong, au sud-ouest, et le Song Ca, au nord-est, nous avons été amené à reconnaître, dans les deux chapitres qui précèdent, l'existence de mouvements d'âge différents, composés, cependant, pour la plupart, de plis de direction nord-ouest; la direction nord-est, plus timidement accusée, n'a pu se remarquer avec quelque netteté que dans les ensellements de la Cordillère et dans les terminaisons littorales des virgations du Nam Ka Dinh et des massifs côtiers. Cette direction nord-est qui est peut-être d'origine hercynienne, semble plus particulièrement résulter de poussées dirigées au sud-est,

antérieurement au rhétien. C'est elle qui, désormais, domine à la bordure interne de la Cordillère annamitique, de même que c'est le sens de la poussée qui lui a donné naissance, qui permet d'expliquer la structure de cette région et probablement aussi celle de toutes les virgations et de tous les plissements nord-est de la Cordillère.

La bordure interne de la Cordillère comprend deux éléments ou parties d'éléments structuraux d'âge hercynien :

1° — au sud-est, le synclinal du Song Ca, dépression comblée par des dépôts anthracolithiques partiellement métamorphisés et par un peu de trias.

2° — au nord, la terminaison sud-orientale d'un élément anticlinal, l'anticlinal du Phou Huat, formé d'un vieux matériel de schistes cristallins recouvert de sédiments paléozoïques anciens et injecté de granite anthracolithique.

Au sud-est, l'anticlinal du Phou Huat s'ennoye dans une dépression de largeur inconnue puisqu'elle est recoupée à peu de distance à l'est par le littoral, cette dépression contient un peu d'anthracolithique, des masses importantes de dacites, du trias détritique, du trias moyen à céphalopodes, du trias supérieur à térébratules et enfin du rhétien discordant, qui doit être mis à part ici. Cette dépression qui se met dans le prolongement de la dépression du Nam Hung, avec un léger décalage sur elle vers le sud-est, s'est probablement formée dès le début du trias, en admettant, ce qui est assez logique, que les dacites qu'elle contient correspondent à une période d'émersion à l'anthracolithique tout à fait supérieur.

C'est à peu près là, tout ce que nous savons de l'histoire de cette région, antérieurement aux mouvements secondaires. Il serait peut-être possible de dégager quelque chose de plus de la direction nord-ouest de quelques plissements et surtout de la disposition de certains affleurements de paléozoïque ancien, notamment des cipolins et calcaires dévoniens, par rapport à leur couverture anthracolithique ; mais ces faits ne pourraient actuellement être établis que sur un trop petit nombre d'observations, aussi avons-nous préféré ne pas nous engager dans cette voie.

Voyons maintenant comment se situe la bordure orientale de la Cordillère dans l'espace.

A l'ouest-nord-ouest, elle sort de dessous le pli couché qui fait chevaucher la Cordillère annamitique et le synclinal du Song Ca par le plateau de Nong Et, au-dessus d'une charnière synclinale de rhyolites ; au sud-ouest et à l'ouest, elle glisse le long de la Cordillère suivant des surfaces de décollement ; au nord-est, elle se raccorde avec le trias plissé du grand synclinal triasique qui s'étend sur le flanc oriental de l'anticlinal du Phou Huat, depuis la mer jusqu'au delà de Dien Bien Phu ; enfin au sud-est, elle se perd dans la mer.

Les mouvements qui affectent cette région se placent dans le temps entre le début de la transgression triasique et le rhétien, dont les sédiments sont ondulés, mais non plissés et nettement discordants sur le trias.

L'étude des faciès triasiques : détritiques à la base, vaseux et à céphalopodes au virglorien, schisto-gréseux à myophories au sommet du ladinien, détritiques, puis de nouveaux calcaires, mais sans céphalopodes au trias supérieur, nous fait admettre que ces mouvements ont atteint leur paroxysme entre le ladinien tout à fait supérieur et la base du rhétien. Le conglomérat bréchoïde que nous avons assimilé à la brèche des sommets

du Tonkin est, à n'en pas douter, une brèche sédimentaire d'origine tectonique, postérieure aux calcaires à térébratules ; c'est en quelque sorte une brèche dévalante qui s'est formée au moment de l'édification de la chaîne anté-rhétienne, avec les matériaux provenant de la destruction de ses parties les plus élevées.

Comme nous ne sommes pas exactement fixé sur le moment exact de la transgression rhétienne, nous pouvons admettre que les plissements se sont arrêtés au commencement du rhétien sans pouvoir préciser davantage.

Le plan de l'ouvrage édifié au début du secondaire comprend : 1° — une série d'arcs emboîtés et plus ou moins déprimés dans leur région frontale, se groupant en avant et en arrière d'une dislocation plus importante, le chevauchement du Nui Bo Bo, qui correspond à un léger cheminement vers le sud-est de la masse du Phou Huat ; 2° — des plis tordus et de direction hésitante, qui entrent dans la constitution des arcs les plus externes ou qui se rapprochent de la virgation des massifs côtiers dans laquelle ils finissent par pénétrer après s'être infléchis brusquement vers le sud.

Ces arcs et ces plis tordus se réunissent suivant plusieurs faisceaux pour constituer *la virgation forcée du Nghe An* qui s'arrache des masses granitiques de la Cordillère, parallèlement à la *virgation des massifs côtiers*

L'influence de la Cordillère sur les mouvements du Phou Huat se manifeste d'une manière éclatante à l'allure que prennent les plis, suivant qu'ils sont placés dans la région frontale du Phou Huat ou à l'aile droite des arcs, c'est-à-dire dans les branches de la virgation qui se tiennent au contact de la Cordillère. En effet, exception faite des suppressions de séries et des laminages causés soit par le chevauchement du Nui Bo Bo lui-même, soit du fait de la résistance opposée au cheminement du Phou Huat par l'anticlinal du Nui Ya Theo, tous les plis du front des arcs sont relativement simples, contrairement à ce qui à lieu en bordure de la Cordillère où les laminages et les écrasements sont tels qu'il est impossible, dans de nombreux cas, d'y discerner l'existence des éléments anticlinaux et synclinaux qui sont la continuation de ceux qui se reconnaissent dans les arcs.

Deux dislocations presque parallèles situées, l'une, dans la vallée du Song Ca, l'autre, au nord, entre Hoang Mai et la vallée moyenne du Song Con, en amont de Phu Qui, correspondent sans doute à des mouvements secondaires, puis à des plis posthumes à grand rayon de courbure, ou à des effondrements qui, à différentes reprises, auraient succédé à ces mouvements aux mêmes endroits.

C'est grâce à eux que se seraient produits au miopliocène, le fossé comblé de sédiments lacustres à lignites des environs de Ban Khe Bo et de Cua Rao, puis, plus tard, la dislocation de ces dépôts et les coulées de basaltes qui se voient dans la région de Phu Qui.

CINQUIÈME PARTIE

CONCLUSIONS

Introduction.

Les parties précédentes nous ont permis d'exposer les faits que nous avons observés ; nous allons maintenant essayer de les grouper en tentant de reconstituer l'histoire géologique du nord de l'Indochine centrale, à l'est du méridien de Xieng Khouang.

Dans ce travail nous montrerons une fois de plus, à la suite des auteurs classiques, le rôle prépondérant que joue l'étude de la répartition des faciès, dans la reconstitution des différentes phases de l'édification d'une chaîne de montagnes.

Dans un premier chapitre nous verrons ce que fut le nord de l'Indochine centrale au cours des périodes géologiques qui ont précédé le secondaire ; nous serons amenés ainsi à montrer les caractéristiques du plan hercynien ; nous essayerons également de faire quelques raccords avec les régions de la presqu'île qui environnent ce fragment du territoire indochinois, sans cependant pousser bien loin cette tentative, arrêté que nous serons par l'absence de renseignements sur ces régions encore inconnues ou affectées par des mouvements plus récents si violents, que l'ancienne structure ne peut plus être reconnue.

Le second chapitre comprendra deux paragraphes ; dans le premier, qui traitera du trias et du rhétien, nous relaterons les changements apportés à cette partie de l'Indochine par les mouvements secondaires. Faute de renseignements précis, nous ne les prolongerons pas en dehors de notre terrain de travail et nous nous en tiendrons de ce côté à des considérations paléogéographiques. Enfin, le second et dernier paragraphe réunira les renseignements que nous possédons sur les mouvements et les dépôts postérieurs au rhétien et jusqu'à l'époque actuelle.

CHAPITRE PREMIER

LE NORD DE L'INDOCHINE CENTRALE AVANT LA TRANSGRESSION TRIASIQUE

C'est en somme, toute l'histoire des plissements hercyniens qui va nous occuper dans ce chapitre. Nous savons que ces plissements sont encadrés par le dévonien et l'ouralien.

Partant de cette idée, nous diviserons l'histoire du paléozoïque en trois périodes qui feront chacune l'objet d'un paragraphe :

A. — Période préliminaire ou anté-hercynienne;

B. — Période d'orogénèse : dinantien et moscovien;

C. — Période éruptive : ouralien et permien.

Au cours même de ces paragraphes nous raccorderons, chaque fois qu'il sera possible, les régions que nous avons étudiées avec celles situées en bordure.

A. — Période préliminaire ou anté-hercynienne

(Carte esquisse n° 7).

Cette période se divise naturellement en trois phases que nous allons étudier successivement : la première correspond aux temps anté-siluriens ; la seconde, au silurien ; la troisième, au dévonien.

1°. — *Temps anté-siluriens.*

Nous sommes assez mal renseigné sur les terrains anté-siluriens.

Dans les régions que nous avons parcourues, il semble qu'ils ne comprennent que des *schistes cristallins et des granites acides*, généralement très écrasés. Ces granites s'opposent, par leur nature, aux granites plus récents qui, comme nous l'avons déjà vu (pp. 193 et suiv.) sont monzonitiques et, par suite, plus *basiques*.

Ces terrains ne sont pas très étendus dans les régions que nous avons étudiées ; nous les avons reconnus dans deux de nos grands anticlinaux :

1°. — Au sud, dans la Cordillère annamitique, où ils se voient à l'état de *nappe de charriage*, entre la vallée du Nam Chat, au nord-ouest, et celle du Rao Cay, au sud-est.

2°. — Au nord, dans l'Aire anticlinale du Phou Huat, où ils sont *en place*, sous les terrains plus récents, à l'intérieur de la boucle du Song Con.

Il est intéressant de chercher le raccord avec les pays voisins. Cette étude rapide va nous montrer l'existence de deux grandes masses de terrains analogues, situées, l'une, en avant (c'est-à-dire au sud-ouest) de la Cordillère et constituant une sorte d'Avant-pays ; l'autre, en arrière (au nord-est) de la même Cordillère ; les terrains signalés ci-dessus dans le Phou Huat, font, d'ailleurs, partie de cette seconde masse. Entre ces deux masses se trouve actuellement une lacune due au charriage postérieur et que les granites de notre nappe de charriage permettent de combler.

Examinons d'abord les masses qui appartiennent à l'Avant-pays :

A l'ouest de Quang Tri, dans le prolongement sud-oriental de l'anticlinal du Nam Hin Boun, des schistes cristallins, antérieurs aux granodiorites qui les percent, constituent, d'après M. Bourret, une large bande de direction moyenne ouest-est. [9]

Au sud de cette bande et sans discontinuité apparente, les schistes cristallins se continuent jusqu'aux environs de Tourane, où ils viennent au contact d'importantes masses de granites très acides et très écrasés. Durant ce trajet (sud de Quang Tri à Tourane) ils ne paraissent pas contenir de granodiorites [Bourret-9-voir carte et page 57].

Ces schistes cristallins, de même que les granites de Tourane qui sont recouverts par les terrains antérieurs à l'ouralien, seraient donc les mêmes que ceux de la Cordillère et du Phou Huat.

Leur développement, et surtout celui des granites acides déjà très important ici, deviendrait encore plus grand, d'après M. Blondel [4], dans la partie de la presqu'île indochinoise située plus au sud.

Le bourrelet anticlinal du Nam Hin Boun, comme nous le verrons plus tard, a possédé au viséen tous les caractères d'un cordon récifal situé en avant d'une cordillère plissée, conformément aux idées que M. E. Argand a développées, en 1916 dans une note superbe sur l'arc des Alpes occidentales [1] et que, récemment, M. Gignoux a schématisées dans ses leçons de stratigraphie [28]. L'extension énorme des schistes cristallins et des granites anté-siluriens, en avant de ce bourrelet, fait donc bien songer à l'existence, dans ces régions, d'un Avant-pays hercynien dont la limite nord passerait dans le pays étudié par M. Bourret quelque part au sud de Tchépone et de Quang Tri.

Cet Avant-pays est, d'ailleurs, souvent caché par un épais revêtement de terrains secondaires. Il semble qu'il ait été transformé, au moins partiellement, en aire d'ennoyage, dès le trias et jusqu'à une époque indéterminée, encore, du lias ou du jurassique.

Les schistes cristallins et les granites acides semblent disparaître dans la direction du nord-ouest et de l'ouest. C'est ainsi que dans la direction de Vientiane, les schistes cristallins sont inconnus ; il n'est pas impossible cependant qu'il en existe encore dans la région de Ban Na Huong et du Phou Bia où ils seraient injectés de granites et de

granodiorites. La présence de ces dernières roches est en tout cas indubitable au sud-est de Ban Na Huong

Plus à l'ouest encore et d'une façon générale à l'ouest du méridien de Lai Chau (103° 8 E. de Greenwich), qui grossièrement correspond à un changement de direction des lignes directrices (voir carte géologique de l'Indochine du Nord au 1/1.000.000 par M. Jacob), les études de MM. Jacob [32] et Dussault [16-17-18] de même que celle de M. Bourret [7] ne mentionnent pas de schistes cristallins et de granites que nous puissions attribuer à la période anté-silurienne. D'une façon assez générale, dans ces régions, les granites passent à des granodiorites et les schistes cristallins sont à amphibole et pyroxène, donc probablement beaucoup plus récents, peut-être anthracolithiques ou secondaires.

Dépassons maintenant vers le nord-est la limite de l'Avant-pays, nous arrivons d'abord à la Cordillère annamitique. Même prolongée, au nord-ouest, jusqu'à son extrémité reconnaissable, le massif du Phou Loi, elle ne présente aucun autre affleurement de schistes cristallins [Dussault-23] que celui signalé plus haut et qui est charrié dans la région des nappes. Ce fait est d'ailleurs très intéressant, puisque c'est l'une des grandes caractéristiques de la Cordillère.

En nous déplaçant encore vers le nord-est, nous arrivons à l'anticlinal du Phou Huat où les terrains anté-siluriens reparaissent. En effet, toutes les observations faites jusqu'à ce jour par MM. Jacob [30] et Dussault [17], et par nous-mêmes, obligent à considérer cet anticlinal comme une immense masse de schistes cristallins comprenant surtout des gneiss et des micaschistes, que revêtent des sédiments dont aucun n'apparaît comme antérieur au silurien ; des granites, souvent porphyroïdes, appartenant, au moins dans la région que nous avons étudiée, au type monzonitique, le percent dans sa partie axiale et aussi dans sa zone périphérique.

Cette puissante série de schistes cristallins du Phou Huat se suit au nord-ouest sur une distance de 200 km, entre le Song Con et la vallée supérieure de Muong Peun, à l'ouest de Sam Neua. Son bord occidental est convexe et sensiblement parallèle au bord de la nappe anté-viséenne de la Cordillère annamitique. En arrière de cet anticlinal, c'est-à dire au nord-est, cette zone cristalline anté-silurienne est suivie par d'autres affleurements de schistes cristallins disposés, d'une manière générale, en longues bandes parallèles, dans le sens nord-ouest sud-est. Ces bandes qui se suivent jusqu'au delà du Fleuve Rouge, conservent toujours une certaine incurvation tournée au sud-ouest (voir à ce sujet les travaux de M. Dussault [17-18-23] et de M. Jacob [30-31]).

Ces schistes cristallins sont percés ou paraissent être percés, par quelques masses de granites sur la position desquelles nous ne sommes pas fixé ; quelques-uns de ces granites sont porphyroïdes.

En résumé, on peut dire que le substratum anté-silurien (schistes cristallins et granites alcalins) que nous avons reconnu à l'état de nappe de charriage dans la Cordillère et en place dans le Phou Huat, constitue la partie de l'Indochine la plus anciennement consolidée que nous connaissions entre le Mékong et le Fleuve Rouge. Une coupure due aux mouvements hercyniens sépare, sur l'emplacement de la Cordillère, cette aire cristalline en deux tronçons discordants, entre lesquels se trouvent des épaisseurs importantes de sédiments antérieurs à l'anthracolithique et des granites basiques plus récents encore.

2° — *Silurien.*

Sur ce vieux substratum anté-silurien, viennent des sédiments siluriens dont l'aire d'extension est difficile à délimiter.

Dans les régions que nous avons étudiées, ils ne sont connus que dans la Cordillère annamitique, où ils sont charriés (p. 76 et suiv.).

Ainsi que nous l'avons fait pour les terrains antérieurs, nous allons chercher les raccords avec les régions voisines en procédant du sud-ouest au nord-est.

Au sud-ouest de la Cordillère, les terrains siluriens n'ont pas encore été identifiés.

Par contre, on en connaît, au nord de cette Cordillère, en deux points : près de Ban Ban, où ils ont été découverts par M. Dussault [23] ; dans la région de Thanh Hoa, où M. Jacob les a fait connaître [30]. Sur l'emplacement du Phou Huat, il est difficile de les discerner au milieu des sédiments plus ou moins métamorphiques qui se tiennent au-dessous des lydiennes et des cipolins supposés dévoniens.

Les faciès, connus pour le silurien dans tout l'ensemble précédent, sont très uniformes, ce sont des schistes et des grès à trilobites et brachiopodes, appartenant à l'ordovicien et au gothlandien ; d'une manière générale, ces terrains sont des dépôts de mer assez profonde, surtout au gothlandien, comme l'indique la présence du genre *Calymmene,* caractéristique des faciès bathyaux de cette époque ; cependant, au sommet de l'ordovicien les grès à trilobites de grande taille paraissent indiquer une profondeur moindre. Quant aux dépôts littoraux ils sont encore inconnus ; peut-être se trouvaient-ils dans la bande qui correspond à l'emplacement de la Cordillère ?

Au nord de la masse précédente, c'est-à-dire au nord d'une ligne passant par Ban Ban et Thanh Hoa, le silurien ne paraît pas se retrouver avant le Fleuve Rouge. Ses dépôts semblent faire complètement défaut dans la région de schistes cristallins qui s'étend entre le sud du delta du Fleuve Rouge et la frontière de Chine à l'ouest de Lao Kay. Bien mieux, d'après les cartes de M. Dussault, [17-18] les formations en place qui affleurent dans cette région au-dessus des schistes cristallins ne seraient pas antérieures aux rhyolites et au trias.

Il faut cependant faire exception pour la région cristalline et primaire de la basse et moyenne Rivière Noire de M. Jacob [30], c'est-à-dire pour le dôme compris entre Van Yen, Hoa Binh et Yen Bay, où des terrains plus anciens ont été reconnus par cet auteur, puis plus récemment par M. Dussault, mais les résultats de ce dernier travail n'ont pas encore été publiés.

Il semble donc que la région qui s'étend de la Cordillère annamitique au Phou Huat correspondait au passage d'un synclinal silurien dont les sédiments ont été ramenés plus tard, avec un peu de cristallin, au-dessus des terrains autochtones de la Cordillère. La grande région cristalline qui s'étend en arrière du Phou Huat, jusqu'à la Rivière Noire et au Fleuve Rouge, était au contraire probablement émergée pendant le silurien.

3°. — *Dévonien.*

Sur le dévonien nous sommes déjà mieux renseignés.

La stratigraphie nous a permis d'y distinguer deux types, que nous appellerons l'un laotien, l'autre annamite, possédant chacun leurs faciès particuliers.

Disons tout de suite que cette différence de faciès n'est pas attribuable à l'existence d'une barrière continentale placée entre deux mers qui auraient abrité des faunes différentes(1) ; elle semble due, ce qui est beaucoup plus simple, à des différences de profondeur ; nous allons voir, en effet, que parmi ces dépôts les uns (annamites) ont nettement les caractères des formations bathyales et même plus profondes dans certains cas, alors que les faciès des autres (laotiens) sont ceux d'une sédimentation néritique et même littorale.

Nous allons rapidement résumer les caractères et indiquer les emplacements de ces deux types du dévonien. Le dévonien néritique et littoral est en place sous la nappe anté-viséenne. Ses faciès, de même que sa faune, indiquent la faible profondeur du fond marin sur lequel se sont déposés ses sédiments.

Ce sont des calcaires marno-grumeleux, des schistes grossiers, des calcschistes et des calcaires à brachiopodes et à tétracoralliaires, puis des grès avec rares lits schisteux au sommet. La faune de ce faciès se rapproche de celle du faciès yunnanais, dans le sens attribué à cette expression jusqu'à ce jour; nous devons d'ailleurs dire que cette expression « faciès yunnanais » ne peut pas être maintenue, car nous montrerons dans une note ultérieure qu'il n'y a pas dans le dévonien du Yunnan qu'un seul faciès: «le faciès yunnanais» dont la faune serait très voisine de celle du faciès rhénan.

Comme nous l'avons vu dans la stratigraphie, le dévonien néritique et littoral peut se suivre sur une bande qui va, du sud-est de la masse granitique du Phou Sao, jusqu'au littoral du Quang Binh en passant sous la nappe anté-viséenne. Sa limite occidentale n'est pas connue; dans cette direction, il est enfoui sous une épaisse couverture d'anthracolithique et de secondaire, qui ne le laisse affleurer qu'en deux points: près de Ban Na Toung à 35 km. à l'est de Thakhek et dans la vallée tout à fait supérieure du Nam Tsé; dans le premier point, il est d'ailleurs très réduit.

Voyons maintenant quelles furent dans le temps et aussi dans l'espace, les variations de faciès de ce type laotien.

D'abord nous ne connaissons ni le substratum de ce dévonien, ni son étage inférieur, le gédinnien.

Le coblentzien, lui-même, est réduit à l'affleurement de Thanh Lang dans le pays de Qui Dat, (p. 94), où il paraît être venu en surface à la faveur d'un dôme émergé au début de l'anthracolithique. Ce sont des calcaires marno-grumeleux à brachiopodes qui portent des traces de remaniement au moment même de leur formation.

---

(1) Contrairement à l'opinion émise par par M. Deprat.

J. Deprat. — Sur l'existence d'un ridement d'âge paléozoïque entre le Yunnan et le Tonkin. *C. R Acad. Sciences.* T. 162 — 1916, p. 335.

Pendant toute la durée du dévonien moyen, le faciès laotien prend un caractère un peu plus profond; d'abord schisteux et un peu gréseux, il passe peu à peu à des calcschistes et à des calcaires qui prennent de plus en plus d'importance pour atteindre leur maximum avec le givétien, bien caractérisé par *Stringocephalus Burtini*. Durant cette période, des variations latérales assez importantes s'observent ; c'est ainsi que dans la partie occidentale de la vallée du Nam Nhuong et dans le bassin de l'Houei Cho, les sédiments calcaires constituent presque tout le dévonien ; des intercalations y existent toujours, mais en plus petit nombre.

Le dévonien supérieur diffère, suivant qu'on envisage la région de la Cordillère ou le pays situé en avant d'elle.

Dans les régions de la Cordillère où nous avons pu faire des observations, le dévonien supérieur est marqué par un relèvement progressif du fond marin accusé, au début, par des calcaires et des schistes à brachiopodes et à aviculidés, puis, plus haut, par de puissantes masses de grès généralement sans fossiles ; ce n'est que dans la partie supérieure de cette dernière formation que se voient quelques récurrences schisteuses contenant une faune de passage à l'anthracolithique.

Ce relèvement, qui a pu aller dans certaines régions jusqu'à l'émersion, s'est en tout cas traduit par un bombement que nous pouvons suivre depuis le sud de Badon, sur le littoral, jusque sous la nappe anté-viséenne, dans les vallées supérieures du Ngan Sau et du Rao Cay, et qui, hypothétiquement, a pu s'étendre sur la plus grande partie de la Cordillère annamitique.

En avant, c'est-à-dire au sud-ouest de la Cordillère, les choses sont différentes ; dans la vallée de l'Houei Cho en particulier (p. 88), le dévonien supérieur est toujours calcaire et passe en continuité de sédimentation à l'anthracolithique.

Cette continuation de la sédimentation calcaire au dévonien supérieur et jusque dans l'anthracolithique, indique probablement la formation, durant cette période, d'une dépression sur l'emplacement du synclinal du Nam Ka Dinh en avant du bourrelet de grès de la Cordillère.

Voyons maintenant quelle est l'extension du dévonien du type laotien en dehors des régions que nous avons explorées.

Vers le sud-ouest, des schistes et grès paléozoïques ont été reconnus, à l'ouest de Quang Tri, par M. Bourret qui n'a pu préciser leur âge par suite de l'absence de fossiles [9].

Beaucoup plus au nord-ouest, à l'ouest du Phou Bia, dans le pays Meo du moyen Nam Ngoem, MM. Jacob et Dussault [32 p. 80] ont recueilli, dans des schistes gréseux et des calcaires, quelques fossiles dévoniens parmi lesquels *Atrypa desquamata* et *A. reticularis,* qui sont des formes communes dans le dévonien à faciès néritique de la Cordillère. Aucun trilobite, aucune des formes du dévonien à faciès annamite ne font partie de la faune dévonienne de ces régions. Plus loin, vers l'ouest et jusqu'à la Birmanie, le dévonien n'est pas encore identifié.

Abordons maintenant le dévonien à faciès annamite. Ce dévonien est charrié dans la Cordillère et autochtone dans la vallée du Song Ca et dans le Phou Huat.

Il débute par des schistes très peu fossilifères qui sont en continuité de sédimentation avec le gothlandien de la nappe ; au-dessus viennent des schistes à calcéoles, puis des schistes à ptéropodes et des lydiennes, ce qui indique un approfondissement

de plus en plus grand de la mer, qui atteint avec ces dernières formations son maximum de profondeur ; les dépôts qui viennent ensuite, des marbres et cipolins, correspondent à un relèvement important du fond marin. Nous ne connaissons pas l'âge du maximum de profondeur de la mer dévonienne, marqué par le dépôt des lydiennes, celles-ci ne contenant pas de fossiles ; cependant, si nous nous en tenons aux renseignements stratigraphiques que nous a fournis la nappe anté-viséenne dans les environs de Ban Tha Veng (p. 105), nous pouvons placer ces lydiennes dans le givétien, puisqu'elles viennent immédiatement au-dessus des schistes à *Styliola clavulus* qui se tiennent à la limite de l'eifélien et du givétien, aussi bien dans l'Amérique du nord qu'en Europe centrale.

Etant données la position de cette série profonde, en nappe de charriage au-dessus de la Cordillère, sa concordance parfaite avec le silurien qui la supporte et, enfin, la continuité de la sédimentation d'une période à l'autre, nous sommes en droit d'admettre que les limites du silurien et de ce type de dévonien étaient sensiblement les mêmes et qu'au sud-ouest ces formations profondes ne devaient pas dépasser beaucoup le Song Ca.

Le dévonien du type annamite inconnu au sud-ouest de la Cordillère existe par contre plus au nord.

A Tho Phuong, dans les environs de Thanh Hoa, M. Jacob [30 p. 6 et suiv.] a trouvé au-dessus du silurien, des schistes à *Spirifer speciosus* surmontés par des calcaires sans fossiles et, en un autre point, à Quang Nap, des calcaires à anthozoaires du dévonien qui paraissent reposer sur des lydiennes [30 p. 48].

Bien que la position exacte de ces lydiennes n'ait pu être déterminée par l'auteur, l'analogie de ces formations avec celles de notre dévonien à faciès annamite est frappante ; il y aurait seulement lieu d'admettre, pour expliquer l'absence de lydiennes dans les environs de Tho Phuong, un relèvement un peu plus rapide du fond marin, ou, ce qui est encore plus logique, puisque nous avons observé quelque chose d'analogue dans les calcaires marmorisés du pays Muong du Nghe An, l'existence de deux niveaux calcaires séparés par un horizon de lydiennes. Ces différences de faciès correspondraient à des oscillations du fond marin, et même à un relèvement assez important, au moment du dépôt des calcaires à anthozoaires.

Plus à l'ouest, toujours en arrière de la Cordillère, M. Dussault a recueilli quelques fossiles dévoniens, dont des trilobites, sur le versant oriental du Phou Loi, que nous considérons comme l'extrémité septentrionale connue de la Cordillère annamitique. Ce dévonien qui a le faciès de notre type annamite, est peu éloigné des gisements siluriens de Ban Ban explorés par le même auteur [23].

Ainsi le même faciès, d'abord schisteux, puis avec lydiennes et calcaires un peu plus haut, se retrouve avec le silurien, chaque fois qu'il est possible d'en voir le contact, en arrière et au-dessus de la Cordillère annamitique, mais jamais en avant quand il n'est pas charrié.

Vers le nord-est, pour retrouver du dévonien il faut aller jusque dans la région de la basse et moyenne Rivière Noire où il a toujours le faciès tonkinois, avec à Muong The des couches à lamellibranches présentant des affinités remarquables avec les faunes d'Hamilton et de Chemung [voir Jacob 30].

En résumé, il semble que la mer dévonienne, qui recouvrait la plus grande partie de la région étudiée, présentait des dépôts appartenant à deux types différents.

Le premier ou type laotien, qui comprend des faciès de mer non profonde, ne paraît pas avoir dépassé au nord-est la vallée du Song Ca. Nous ignorons, d'ailleurs, l'histoire de cette partie de la mer dévonienne antérieurement au coblentzien. Le dévonien moyen correspond à un léger approfondissement général de cette mer. Au dévonien supérieur, cet approfondissement s'est continué lentement et progressivement, en particulier dans la région de l'Houei Cho, et, probablement, dans tout le fossé correspondant au synclinal du Nam Ka Dinh. Plus en arrière, au contraire, sur l'emplacement de la future Cordillère, il se formait une ride qui était peut-être émergée en partie, pendant cette même époque du dévonien supérieur.

Le deuxième type, ou type annamite, comprend des faciès de mer profonde, il a subsisté pendant tout le dévonien en arrière du type précédent, c'est-à-dire dans le synclinal déjà reconnu au silurien. Les terrains qui le constituaient, se trouvent maintenant soit dans les zones charriées, soit au nord-est du Song Ca.

Le fond de la mer dévonienne a subi diverses oscillations et a trouvé probablement son maximum de profondeur au givétien. Enfin, le bord arrière (nord-est) du synclinal annamite, c'est-à-dire les terrains qui se trouvent actuellement dans la région du Phou Huat, s'est relevé progressivement à la fin de la période.

B. — Période d'orogenèse : (dinantien et moscovien).

(Carte esquisse n° 8).

Au cours du dinantien, la ride et le fossé reconnus au dévonien vont peu à peu se transformer en une véritable *Cordillère* et une *Avant-fosse*, bordées à leur avant par un *cordon récifal* et suivies à leur arrière par *une autre fosse* et, peut-être aussi, par *une autre Cordillère*.

La fin du viséen et le commencement du moscovien sont marqués par des déplacements de la mer, qui paraît se retirer plus à l'ouest vers le Siam, sans cependant disparaître de certaines dépressions situées à l'intérieur de l'édifice hercynien.

Enfin, pendant la seconde partie du moscovien l'émersion de la chaîne hercynienne paraît être presque complète ; cette époque, comme nous le savons, serait celle de la mise en place des granites monzonitiques.

Nous allons maintenant résumer rapidement les faits connus en étudiant séparément le tournaisien, le viséen et le moscovien.

1°. — *Tournaisien.*

Examinons les dépôts de cette période en procédant du sud-ouest au nord-est. De l'Avant-fosse vers la Cordillère, les terrains du tournaisien sont concordants sur le dévonien dans le pays de Qui Dat, dans le haut Nam Tse et dans le bassin de l'Houei Cho.

Dans le pays de Qui Dat, ce sont des schistes plus ou moins gréseux à lamellibranches et brachiopodes qui indiquent un faciès de mer plus profonde que les grès qui les supportent et, comme conséquence, un abaissement axial du bourrelet situé au dévonien sur l'emplacement de ce pays.

Dans le haut Nam Tse, ce sont des calcschistes et des schistes gréseux à fenestelles et brachiopodes qui sont plissés avec du dévonien calcaréo-schisteux sans fossiles, près de leur contact, mais contenant ailleurs de mauvais *Atrypa*. Ces sédiments, qui sont situés sur l'emplacement du synclinal du Nam Ka Dinh, sont des dépôts de mer un peu plus profonde que ceux du pays de Qui Dat.

Dans le bassin de l'Houei Cho, ce sont des calcaires et des calcschistes à brachiopodes qui sont en continuité parfaite de sédimentation avec le dévonien supérieur et il est difficile de dire ici s'ils correspondent à un approfondissement de la mer.

De toute façon, ces dépôts indiquent, dans l'ensemble, d'une un part, léger affaissement du fossé que nous avons vu se former au dévonien supérieur sur l'emplacement du synclinal du Nam Ka Dinh et, d'autre part, l'allongement de ce fossé vers le pays de Qui Dat, qui, de bourrelet au dévonien supérieur, devint une dépression au tournaisien.

Plus au nord-ouest, à la bordure occidentale du massif du Phou Sao, un régime de grès schisteux avec poudingues s'est établi probablement dès le tournaisien, sans qu'il soit possible de préciser ; ceci fait supposer que le fossé qui bordait la Cordillère à son avant, devait, dans cette direction, passer plus au sud ou avoir une profondeur moindre.

Partout en dehors de ce fossé ; sur la Cordillère comme en arrière et dans la vallée du Rao Cay, c'est-à-dire à la limite occidentale du pays de Qui Dat, le dinantien débute par des poudingues schisteux ou schisto-gréseux qui sont fossilifères au Dong Tho, dans la vallée supérieure du Ngan Sau, et aussi, sur la crête frontière à l'ouest du Rao Cay. Ces poudingues, nous l'avons vu (p. 126), occupent une position stratigraphique bien définie dans le Dong Tho où ils se placent, d'après leur faune, à l'extrême base du tournaisien. Dans la Cordillère, ces poudingues se tiennent à la fois au-dessus et au-dessous du siluro-dévonien bathyal et des schistes cristallins antésiluriens ; chaque fois qu'ils se trouvent sous ces formations anciennes, ils reposent sur le dévonien à faciès néritique et littoral, énergiquement plissé. De la position de ces poudingues, et surtout de la position des schistes cristallins et du siluro-dévonien bathyal, au-dessus du dévonien à faciès néritique, nous avons conclu au charriage de la première série sur la seconde et nous avons été amené à considérer les poudingues tournaisiens comme des brèches dévalantes résultant de la destruction partielle de la nappe au fur et à mesure de sa mise en place. Ces poudingues qui sont en tout point semblables à ceux qui sont situés à la bordure sud-occidentale du Phou Sao, ne paraissent pas avoir atteint la région axiale du Phou Huat ; en tout cas et jusqu'à preuve du contraire, ils sont inconnus plus au nord.

Leur présence sur la Cordillière, si elle n'indique pas l'émersion de celle-ci, est certainement la preuve de l'existence, sur son emplacement, d'une barrière sous-marine importante, dès cette époque.

Le passage de ces poudingues schisteux au tournaisien du pays de Qui Dat s'observe facilement au nord-ouest de ce pays, comme nous l'avons montré dans la partie stratigraphique de cet ouvrage (p. 122 et suiv.).

2°. — *Viséen.*

Dès le début du viséen nous notons des changements importants, tant dans les faciès que dans leur répartition.

A la bordure occidentale de la Cordillère, le passage graduel du tournaisien au viséen ne s'observe pas ; le fossé, dont nous avons reconnu l'existence au dévonien et au tournaisien, s'est brusquement approfondi, même dans le pays de Qui Dat, et son emplacement est marqué par d'épaisses masses de lydiennes et de schistes à radiolaires plissotés ou horizontaux et discordants sur les tranches des couches plus anciennes. Bien que nous n'ayons observé ces dépôts qu'en un nombre de points assez restreint, il nous est possible de supposer leur existence dans tout le synclinal du Nam Ka Dinh, dans le pays de Qui Dat et, aussi, au début de leur formation, sur l'emplacement du bourrelet anticlinal du Nam Hin Boun. Ces lydiennes, qui, par leurs radiolaires, présentent les caractères des dépôts abyssaux, se sont, à n'en pas douter, déposées dans une *Avant-fosse,* en bordure d'une chaîne en voie de surrection.

Précisons davantage. Stratigraphiquement, ces lydiennes sont situées :

1°) *toujours*, au-dessus de dépôts, dont les plus récents ne paraissent pas monter au delà du tournaisien.

2°) *généralement,* au-dessous de formations dont les plus anciennes ne sont pas antérieures au viséen supérieur, et qui, le plus souvent sont soit les grès du moscovien, soit les calcaires ouraliens.

Lorsque des sédiments plus anciens, tels que du dévonien, les recouvrent, comme c'est le cas dans certaines parties du pays de Qui Dat, (p. 237 et suiv.) il est facile de démontrer que ces formations plus anciennes sont des nappes de recouvrement dont la mise en place est postérieure au dépôt des lydiennes.

Ces lydiennes sont donc bien viséennes, mais dans certains cas, suivant leur position, elles peuvent correspondre au viséen tout entier, ou seulement à l'un de ses termes, au plus bas généralement.

Nous avons observé des affleurements de ces lydiennes dans la vallée supérieure du Nam Tsé où elles se tiennent sous l'ouralien (p. 112), puis dans la partie axiale du pays de Qui Dat et sur le cristallin de la nappe hercynienne à l'ouest du Rao Cay, (p. 262) et, dans cette région, nous avons pu constater que, par la vallée de Rao Cay, elles passaient progressivement aux schistes gréseux du massif de la Porte d'Annam. (p.124) Remontant le synclinal du Nam Ka Dinh près de sa bordure occidentale, nous les avons identifiées toujours sous l'ouralien, entre Ban Na Phao et Nhommalat ; un peu plus au sud, elles contiennent des fossiles, notamment des *Phillipsia,* et supportent les calcaires coralligènes à *Productus giganteus* (p.108 et suiv.) ; continuant vers le nord-ouest, on les voit affleurer dans la vallée de la Sé Bang Fay avec un faciès moins profond, puis entre B. Na Khu et Ban Khoa, où, près du premier de ces villages, elles ont livré quelques fossiles dont *Productus punctatus* (p. 115). Plus au nord-ouest, elles constituent le substratum des grès moscoviens stannifères du Nam Pha Tène et contiennent des fossiles qui en indiquent un niveau peu élevé (p. 115) ; plus au nord

enfin, nous les avons reconnues sous les calcaires ouraliens des massifs de Kam Keut et du Nam Nhuong où elles se tiennent souvent sur le siluro-dévonien de la nappe hercynienne (p. 121 et suiv.).

Comme on le voit, pour ne pas séparer tous ces affleurements de lydiennes, on est bien obligé d'admettre qu'elles constituent une bande continue qui se suit le long de la bordure occidentale de la Cordillère, depuis le massif de Dong Hoi, au sud-est, jusqu'au droit de la dépression du Nam Hung, au nord-ouest. Plus loin, dans la direction du Nam Sane, nous n'avons pas pu reconnaître leur présence, soit parce qu'elles n'existent plus par suite d'un relèvement axial, soit parce qu'elles passent à l'ouest vers le Siam, à moins encore qu'elles aient été enlevées par l'érosion post-permienne.

Dans le sens vertical, les lydiennes correspondent sans doute au viséen tout entier, dans tout le pays de Qui Dat et dans la partie axiale de la fosse ; mais en bordure des anticlinaux il n'en est pas de même, elles passent à des formations de faciès différents dont nous allons donner rapidement les caractères.

Leur limite sud-occidentale est constituée avec une grande constance par des calcaires à très grands polypiers *(Caninia, Lithostrotion, Syringopora)* et *Productus giganteus* qui indiquent, avec une profondeur beaucoup moindre de la mer, la proximité d'un continent au sud-ouest. Ces calcaires que nous avons reconnus, depuis le haut Nam Tse jusque dans la boucle du Nam Hin Boun, à la bordure de la bande de lydiennes ou au-dessus des couches les plus inférieures de cette formation, ont donc bien constitué, pendant une partie du viséen, une barrière récifale en avant d'une Avant-fosse de lydiennes, qui la séparait de la Cordillère annamitique. Cette disposition réalise bien le type d'une chaîne de montagnes en voie de surrection telle qu'on le conçoit aujourd'hui [Argand 1].

Ces calcaires récifaux à *Caninia* et *Productus* jalonnent le bourrelet anticlinal du Nam Hin Boun.

Au-dessus d'eux, la fin du dinantien est marquée par un nouvel abaissement du fond marin sur l'emplacement de ce bourrelet et par le dépôt de calcaires riches en brachiopodes de petite taille, et contenant, en outre en abondance, un trilobite qui n'est qu'une mutation de *Phillipsia Eichwaldi* du viséen d'Europe.

L'autre bord de l'Avant-fosse, celui qui se tient au contact de la Cordillère, est marqué par des dépôts assez variés : au sud du massif de Dong Hoi, ce sont des calcaires noirs à *Syringopora* ; à la bordure occidentale du pays de Qui Dat, de même qu'au nord de ce pays, les lydiennes passent latéralement par intercalations à des schistes gréseux et aux schistes violets du Rao Cay, de la Porte d'Annam et de La Khê ; enfin au droit de la dépression du Nam Hung, une surface importante, couverte par des calcaires noirs à *Syringopora*, s'avance assez loin actuellement encore ; on peut observer ceux-ci jusqu'à la limite des bassins du Nam Sot et du Nam Than (affluent du Nam Nhuong) au-dessus de poudingues schisteux, et à très peu de distance au sud des dépôts de schistes gréseux de l'anthracolithique qui, comme eux, débutent par des poudingues schisteux. On peut donc admettre que les faciès calcaires et schisto-gréseux de cette partie de l'anthracolithique du Nam Than et du Nam Sot correspondent à des conditions de sédimentations différentes et qu'ils devaient bien se relier dans cette région au droit de Nui Pha Bo, de la même façon que les lydiennes se reliaient à des schistes analogues dans la vallée du Rao Nay.

De même que les lydiennes, tout le viséen calcaire est discordant sur les terrains plus anciens (dévonien et tournaisien) et il est, de plus, presque horizontal.

C'est là tout ce que nous savons sur le dinantien supérieur de la bordure occidentale de la Cordillère annamitique, du pays de Qui Dat et de la partie occidentale de la dépression du Nam Hung ; nous allons voir maintenant ce que sont au nord-est les dépôts de même âge.

D'une manière générale, en dehors du pays de Qui Dat et de la dépression du Nam Hung, toute la région frontale de la Cordillère, c'est-à-dire le géanticlinal du Phou Sao, ne recèle aucun dépôt attribuable au viséen. Par contre, tout le géanticlinal du Phou Lai Leng et le synclinal du Song Ca sont comblés par des sédiments gréso-schisteux, avec abondance de schistes souvent violets, qui succèdent aux poudingues schisteux du tournaisien. Cet anthracolithique qui passe, comme nous l'avons vu plus haut, au viséen de la bordure occidentale de la Cordillère, contient quelques fossiles aux abords du pays de Qui Dat, dans la vallée du Ngan Sau, où, près de La Khé, nous avons recueilli, dans les schistes violets, une faune très déformée dans laquelle il est cependant facile de reconnaître du viséen typique. C'est aussi dans cette même localité que des observations récentes nous ont permis de reconnaître l'existence de calcschistes extrêmement laminés, avec d'énormes polypiers et de grands productus, qui correspondent, sans aucun doute, à un épisode coralligène en ce point.

Cette mer de schistes plus ou moins gréseux, qui s'étendait entre le front de la Cordillère au sud-ouest et le Phou Huat au nord-est, correspond sans doute à une autre fosse parallèle à la précédente, mais beaucoup plus large et beaucoup moins profonde, dans laquelle les conditions ne devaient pas être favorables au développement des organismes, puisque, quelles que soient les recherches faites, il n'a pas été possible d'y recueillir des fossiles en dehors de La Khé et d'un autre très mauvais gisement situé près de Nam Trach et qui peut appartenir à un horizon inférieur.

Ainsi dès le dinantien supérieur, le plan de l'édifice hercynien est bien dessiné. Voici en résumé comment il se présente :

En avant et près d'un Avant-pays, se tient une barrière récifale, suivie d'une Avant-fosse avec lydiennes à radiolaires, qui n'est autre que le fossé déjà reconnu au dévonien supérieur.

Plus loin, vient une Cordillère, exagération de la ride de la fin du dévonien, dans laquelle la stratigraphie et la tectonique ont permis de reconnaître l'existence d'une nappe de charriage. Cette Cordillère, disposée en chapelet d'îlots plus ou moins émergés, constitue cependant, en profondeur, un seuil sous-marin continu qui ne permet qu'en deux points la communication entre les mers qui la bordent en avant et en arrière : au nord-ouest, dans la dépression du Nam Hung et, au sud-est, dans le Pays de Qui Dat.

L'ancien synclinal siluro-dévonien, qui se trouvait en arrière du bombement, précurseur de la Cordillère, a donné naissance à trois parties distinctes : son bord sud-ouest a été charrié, entre le tournaisien et le viséen, et a subi ensuite, avec les terrains autochtones sous-jacents, la transformation en Cordillère dont il vient d'être question ; la partie médiane de l'ancien synclinal est restée en arrière de la

guirlande insulaire de la Cordillère, à l'état de fosse plus ou moins profonde ; enfin le bord nord-est, c'est-à-dire la région du Phou Huat, s'est probablement transformé en une seconde Cordillère, continuant ainsi de subir les actions qui avaient déjà commencé à le relever au dévonien supérieur.

3°. — *Moscovien.*

Au moscovien inférieur l'abaissement du bourrelet anticlinal du Nam Hin Boun s'accentue encore et sur son emplacement se voient des calcaires noirs à *Goniatites*, *Orthoceres* et *Brachiopodes*, ce qui indique évidemment un faciès assez profond, peut-être *bathyal*. Ces dépôts, dont nous avons reconnu l'existence sur une grande partie de l'anticlinal viséen du Nam Hin Boun, indiquent probablement une migration de la mer qui, de la Cordillère, s'est éloigné, de plus en plus vers l'ouest, dans la direction du Siam ; ce qui n'a pu se produire que par l'affaissement de la bordure de l'Avant-pays.

Ces calcaires à *Goniatites*, qui succèdent en concordance aux calcaires à *Phillipsia Eichwaldi* du viséen supérieur, sont *les derniers dépôts franchement marins* connus à la bordure occidentale de la Cordillère, antérieurement à l'ouralien.

Au-dessus, et en discordance assez nette, viennent des grès plus ou moins grossiers, ferrugineux, avec lits schisteux et débris de végétaux, limités en quelques points, à l'est, par des poudingues littoraux ; ce sont les sédiments les plus récents que nous connaissons dans le moscovien ; ces dépôts sont profondément ravinés à leur surface supérieure et supportent les calcaires ouraliens.

La présence de ces grès littoraux fait supposer que la migration, vers l'ouest, de la fosse marine qui s'étendait en bordure de la Cordillère pendant le viséen, n'a fait que s'accentuer, au fur et à mesure qu'en arrière, la Cordillère émergeait peu à peu, sans cependant, semble-t-il, que la plus grande partie du géanticlinal du Phou Lai Leng ait été exondée. Rappelons-nous, en effet, (p. 162) que la série gréso-schisteuse de l'anthracolithique présente une continuité remarquable dans la sédimentation jusqu'au sommet des grès feldspathiques sans qu'il soit possible d'y noter des lacunes ; ce n'est que dans la partie orientale de cet élément structural, c'est-à-dire dans les massifs de Hatinh et de la Porte d'Annam, qu'il y a lieu d'admettre l'émersion, dès le moscovien supérieur, de surfaces étendues, qu'il n'est pas possible de délimiter cependant avec précision. On pourrait arriver à des résultats plus précis, semble-t-il, si l'on connaissait dans le détail la répartition des termes stratigraphiques de l'anthracolithique ; toutefois dès à présent, il semble que l'on puisse affirmer que les abords immédiats de la rive gauche du Rao Nay, de même que les plaines d'Hatinh et de Vinh, étaient émergés pendant toute la durée du dinantien et du moscovien.

Cette émersion d'une grande partie de l'édifice hercynien coïnciderait avec la mise en place des grandes masses granitiques qui ont percé à travers les terrains de la Cordillère et de tous les éléments anticlinaux de cette période orogénique ; ce sont eux qui en quelque sorte ont donné à tout l'édifice sa forme définitive en le stabilisant.

L'âge des granites, bien connu dans la vallée du Nam Pha Tène, où ils ont métamorphisé le moscovien gréseux (p. 193), est impossible à préciser ailleurs, lorsque leur action métamorphique a atteint la série anthracolithique gréso-schisteuse ; tout ce qu'il est possible d'en dire, dans ces régions, c'est qu'ils sont vraisemblablement post-dinantiens. Comme nous l'avons déjà fait remarquer, ces granites procèdent tous du même magma, ils sont *intrusifs* ; c'est-à-dire qu'ils sont caractérisés par une simple auréole de contact et qu'ils sont venus en surface à la faveur de mouvements orogéniques violents [L. Bertrand 2-3]. Il est donc raisonnable d'admettre que leur intrusion s'est produite partout au même moment et a coïncidé avec l'émersion de la plus grande partie de l'édifice hercynien ; l'époque de cette intrusion se placerait, soit au sommet du moscovien, soit dans la deuxième moitié de cette période.

Avec la mise en place des granites, se termine la phase paroxysmique des mouvements hercyniens. L'étude du pays de Qui Dat nous a montré, par la présence de petits charriages post-viséens, que ces mouvements avaient pu occasionner cependant, en plus de l'ascension granitique, de nouveaux plissements d'une certaine importance.

En résumé, au moscovien, la mer se retire lentement depuis la Cordillère, dans la direction du sud-ouest. Toute cette partie de l'édifice hercynien émerge peu à peu et est à peu près complètement exondée à la fin du moscovien. En même temps, des granites monzonitiques font intrusion dans les divers anticlinaux de la chaîne.

La mer subsiste, au contraire, dans la fosse située en arrière de la Cordillère jusqu'au Phou Huat. Des dépôts gréso-schisteux s'y entassent et cet état de choses durera au moins partiellement jusqu'à la fin de l'ouralien.

Nous ne pouvons étendre, faute de documents, ni les termes de l'anthracolithique qui font l'objet de ce paragraphe, ni les mouvements qui les intéressent, en dehors des régions que nous avons étudiées. Voici tout ce que nous savons actuellement à ce sujet au nord du parallèle de Hué et jusqu'au Fleuve Rouge.

Sur le prolongement nord-ouest de la bordure occidentale de la Cordillère, des calcaires et des schistes viséens ont fourni à MM. Jacob et Dussault [32], dans le moyen Nam Ngoem, quelques fossiles tels que *Spirifer bisulcatus* et *Phillipsia propinqua var. nongpœnsis* qui indiquent le viséen. C'est tout pour la région occidentale.

Plus au nord-ouest et au nord, la suite de notre anthracolithique gréso-schisteux n'a été identifiée nulle part, et il faut aller, semble-t-il, jusqu'à la Rivière Noire, dans la région de Van Yen, pour retrouver du dinantien dont l'existence reste encore à vérifier.

Par contre, il semble que la plus grande partie des affleurements granitiques qui percent les schistes cristallins se présentent ailleurs comme dans nos régions, toutefois, en l'absence de renseignements précis nous ne pouvons affirmer qu'il en est ainsi pour la région située au nord du Phou Huat. Tout ce qu'il nous est possible de dire actuellement, c'est que les granites monzonitiques et les granodiorites se suivent au sud-est jusqu'à l'ouest de Quang Tri [Bourret 9], alors que ceux du Phou Sao dépassent Xieng Khouang vers l'ouest, et que dans le prolongement du Phou Lai Leng, le Phou San et le Phou Loi sont constitués par ces mêmes granites.

C. — Période éruptive: (ouralien et permien).

(Carte esquisse nº 9).

L'émersion qui marque la fin du moscovien est suivie d'une phase d'érosion assez longue pour permettre l'ablation d'une grande partie des sédiments du dinantien et du moscovien et couvrir la surface d'érosion d'un dépôt de fer oxydé, assez épais en quelques points, mais réduit le plus souvent à des imprégnations de la surface ou à une couche très mince enrobant quelques galets de grès ou de calcaires noirs du dinantien et du moscovien, souvent eux-mêmes partiellement transformés en hématite brune. Cette surface est aussi la surface de transgression ouralo-permienne ; elle s'observe assez facilement en différents points de l'anticlinal du Nam Hin Boun.

Toute la bordure occidentale de la Cordillère annamitique, le pays de Qui Dat, et une partie de la dépression du Nam Hung, ont été recouverts par la mer entre l'ouralien inférieur et la fin du permien.

Les dépôts ouralo-permiens atteignent des épaisseurs considérables ; ils présentent, toujours le même faciès calcaire avec ou sans lits de phtanites (pp. 138 et suiv.) et contiennent une faune très homogène, depuis la base de l'ouralien jusqu'au sommet du permien qui comprend surtout des fusulinidés et des brachiopodes, en particulier des productus et des spirifers ; parmi les autres organismes, les trilobites et les céphalopodes sont rares ; mais par contre, les crinoïdes et les fenestelles y sont assez abondamment représentés de même que les lamellibranches et les gastropodes.

Autant par leur faune que par leur composition lithologique, les dépôts ouralo-permiens sont des sédiments de mer peu profonde ; leur grande épaisseur ne peut s'expliquer que par un approfondissement lent et progressif de la mer pendant toute la période ouralo-permienne ; cet abaissement qui, comme nous le verrons tout à l'heure, correspondrait à un relèvement de la bordure orientale de la Cordillère, expliquerait également la transgression ouralo-permienne.

Puisque par la nature de ses dépôts, l'ouralo-permien se montre comme une période de mouvements lents et continus, il faut donc expliquer par des actions différentes la transgression rapide qui, au début de la période ouralienne, a permis le dépôt des sédiments calcaires jusqu'au pied même de la Cordillère, car ce n'est qu'après cette arrivée relativement brutale de la mer que la transgression s'est effectuée lentement et régulièrement. La seule hypothèse qui puisse expliquer ces phénomènes consiste à admettre l'effondrement de toute la région située à l'ouest de la Cordillère suivant un système de failles longitudinales, c'est-à-dire nord-ouest-sud-est dont dépendrait la faille du Pha Bo Neng, dans le bassin du Nam Pha Tene (p. 221). Ces dislocations qui pourraient être consécutives à la montée du granite, auraient suffi, en effet, pour rendre au domaine maritime toute la région située à l'ouest de la Cordillère annamitique.

Pendant longtemps encore, il sera impossible de fixer d'une manière précise la marche de la transgression ouralo-permienne ; actuellement, on peut simplement dire que, dès le début, elle a atteint le pied de la Cordillère et qu'elle ne s'est étendue à la

partie axiale du pays de Qui Dat (voir p. 235) que beaucoup plus tard, à l'ouralien supérieur et au permien. Dans la dépression du Nam Hung, l'absence de fossiles caractéristiques ne nous a pas permis de fixer, en aucune sorte, l'âge précis des calcaires les plus occidentaux. Plus à l'ouest, il n'est pas certain que, dans la région du Nam Sane, la transgression ouralo-permienne se soit produite dès le début aussi rapidement qu'ailleurs ; il se pourrait qu'elle se fût effectuée beaucoup plus tard. Mais cela n'est que conjectures, et il faut attendre pour se prononcer que les calcaires situés entre Xieng Khouang et Vientiane soient mieux connus.

Les grandes masses cristallines du géanticlinal du Phou Sao ne paraissent pas avoir été recouvertes (1) par aucune des deux mers des deux faciès de l'anthracolithique supérieur : le faciès calcaire du sud-ouest et le faciès gréso-schisteux du nord-est. Il n'est pas certain non plus que ces deux mers aient communiqué entre elles après le dinantien supérieur, aucun terme de passage n'étant connu, même dans la vallée du Rao Nay, où les deux faciès de l'anthracolithique viennent au contact. D'ailleurs si nous utilisons les conclusions partiellement hypothètiques, que nous avons adoptées en stratigraphie, au sujet de l'âge des éruptions de porphyres quartzifères acides [p.205] et si nous admettons, en outre, que la transgression ouralo-permienne n'a pu atteindre la vallée du Rao Nay qu'à l'époque permienne, c'est-à-dire au moment des éruptions rhyolitiques de la rive gauche de cette rivière, on comprendra pourquoi les termes de passage de l'anthracolithique supérieur calcaire à l'anthracolithique gréso-schisteux ne peuvent, exister puisque ce dernier ne se serait jamais déposé ici, et pourquoi aussi, dans la vallée du Rao Nay, les poudingues triasiques recouvrent indifféremment les calcaires de l'anthracolithique et les rhyolites (voir à ce sujet fig. 26, p. 203), puisque ces deux formations seraient synchroniques. Dans la dépression du Nam Hung, le contact des deux faciès ne se voit pas, mais il est à présumer que les phénomènes se sont passés de façon analogue.

Ainsi, durant l'ouralo-permien il est logique d'admettre qu'aucune communication marine n'existait entre la mer à dépôts calcaires de l'occident et celle à dépôts gréso-schisteux de l'orient ; la transgression ouralo-permienne n'ayant pu atteindre la région baignée par la mer orientale qu'après la disparition de celle-ci, c'est-à-dire au permien.

Pendant toute la période ouralienne la mer à faciès oriental, ou gréso-schisteux, a occupé à très peu près la même étendue qu'à la fin présumée du moscovien, il se peut cependant qu'elle ait été en régression à la bordure de la Cordillère et que, par contre, elle ait envahi certaines parties des massifs côtiers problablement émergés au moscovien, en même temps qu'elle paraît avoir pénétré sur le front du Phou Huat dans la dépression qui prolonge, au nord-est, celle du Nam Hung. Son extension vers le nord-ouest, dans la direction de Ban Ban, est probable.

Le faciès le plus caractéristique des dépôts de cette mer pendant l'ouralien serait constitué par un grès feldspathique dont nous avons attribué la formation (p.164) à la destruction des granites anthracolithique puis à leur entraînement par les eaux courantes jusqu'a la mer.

Les seules régions qui paraissent avoir été presque entièrement émergées pendant l'ouralien à l'est du géanticlinal du Phou Sao, sont le massif de la Porte d'Annam et,

---

(1) Il faut faire exception pour la bordure sud-ouest du massif du Phou Sao, où se voient quelques témoins de calcaires anthracolithiques.

plus hypothétiquement, celui du Phou Huat. Nous avons vu en effet en ce qui concerne le massif de la Porte d'Annam que les grès feldspathiques y faisaient généralement défaut.

Quelle que soit l'étendue couverte par la mer ouralienne à faciès oriental, la nature franchement détritique de ses grès, comparée à celle des schistes qui généralement les supportent, indique un relèvement très important du fond de la mer ; ce mouvement, en s'accentuant peu à peu, a dû amener au permien l'émersion presque complète de toute la région qui s'étend du front (ouest) de la Cordillère au Phou Huat.

C'est sur cette région en effet, à l'est d'une ligne jalonnée par la flanc oriental du géanticlinal du Phou Sao, que se sont épanchées, vraisemblablement au permien, les masses importantes de rhyolites et de dacites dont on voit encore aujourd'hui les restes imposants répartis un peu partout dans cette grande région, au-dessous des poudingues triasiques.

La localisation des dacites dans l'anticlinal du Nui Ya Theo, sur le prolongement de la dépression du Nam Hung, indique peut-être leur relation avec une importante cassure dirigée au nord-est, à la limite du Phou Huat et de son aire d'ennoyage.

Ainsi à la transgression de la mer ouralo-permienne du faciès occidental, dans la région du Nam Hin Boun et dans le synclinal du Nam Ka Dinh, correspond une régression de la mer du faciès oriental, qui s'est continuée jusqu'à l'émersion.

L'explication de ces mouvements positif et négatif de la mer est peut-être dans la formation d'un pli anticlinal à grand rayon de courbure se déplaçant vers le sud-ouest dans la direction d'un obstacle profond qui aurait amené une très légère dissymétrie du pli avec relèvement du flanc oriental et abaissement du flanc occidental.

On remarquera en outre que les porphyres pétrosiliceux acides, très abondants sur la partie orientale de la Cordillère et plus en arrière, ainsi que dans le synclinal du Song Ca et sur le môle du Phou Huat, manquent d'une façon absolue sur le front de la Cordillère et à son avant ; n'y aurait-il donc pas là, entre les plissements hercyniens et ces éruptions, une relation de cause à effet du même ordre que celle que l'on observe dans les chaînes plus jeunes, et l'observation de Suess « *Les volcans qui accompagnent les guirlandes insulaires n'occupent jamais l'Avant-fosse, mais appartiennent exclusivement à la Cordillère plissée* » [61 page 1376] ne serait-elle pas applicable ici encore ?

Tels sont les renseignements que nous possédons sur l'anthracolithique et l'extrême fin de la période des mouvements hercyniens dans le nord de l'Indochine centrale.

En l'état actuel des connaissances, il n'est pas permis de prolonger dans le reste de l'Indochine les résultats de nos observations sur ces mouvements, pas plus d'ailleurs, que de prolonger avec certitude les grès feldspathiques ouraliens. Disons cependant que M. Bourret a signalé des mouvements anté-triasiques dans la région de Pak Lay, [7] trop éloignée de notre région pour tenter une comparaison, et aussi, dans la région de Tchépone, c'est-à-dire dans le prolongement sud-est de notre anticlinal du Nam Hin Boun [9].

Quant aux rhyolites et aux microgranites, on en connaît beaucoup, mais leur âge ne paraît pas être partout le même ; aussi préférons-nous ne pas en tenter le raccord.

Le faciès occidental de l'ouralo-permien, c'est-à-dire les calcaires à fusulines et à productus, présente en Indochine un grand développement soit à l'état autochtone, soit à l'état de nappe de charriage. Nous ne nous occuperons ici que des premiers. Dans le prolongement sud-oriental du bourrelet anticlinal du Nam Hin Boun, ils sont connus jusqu'à l'ouest de Quang Tri.

Au nord du Phou Sao, près de Ban Ban, ils contiennent des productus et des fusulines.

Plus à l'ouest, ils ont été retrouvés dans la région de Pak Lay où ils sont généralement plissés [7] en direction nord-nord-est.

En allant au nord, l'ouralien inférieur à *Neofusulinella praecursor* a été identifié par M. Dussault, aux environs de Saniabouli [16] sur le Mékong.

Le même explorateur et avant lui M. Mansuy ont reconnu des calcaires ouralo-permiens et des grauwackes permiennes dans les environs de Luang Prabang [16 et 39].

Plus à l'est, dans la vallée du Nam Ou, M. Dussault a identifié, sous le trias, des calcaires du permien supérieur [16].

Dans toute la large bande qui s'étend en arrière de notre zone de travail et jusqu'à la Rivière Noire, l'ouralo-permien serait absent ou bien à l'état de nappes et de lambeaux de charriage.

C'est là tout l'ouralo-permien autochtone à faciès occidental connu entre Hué, au sud, et le Fleuve Rouge, au nord. A part quelques rares affleurements, ces calcaires se tiennent en avant de la Cordillère jusqu'à l'extrémité septentrionale du Phou Loi, de là, ils disparaîtraient complètement pour reprendre à nouveau une grande importance sur la rive gauche du Fleuve Rouge [voir à ce sujet M. Bourret-5 et le travail en préparation M. Patte sur le Tonkin oriental.]

Ainsi, pendant l'ouralien et le permien, la région étudiée a été recouverte par deux mers distinctes qui ne devaient probablement pas communiquer entre elles.

La mer sud-occidentale s'étendait sur la région émergée à la fin du moscovien. La transgression, venue du sud-ouest, brutale au début, où elle a peut-être été produite par des effondrements, a été plus lente ensuite, elle ne s'est guère terminée qu'avec le permien. Cette mer n'a jamais été très profonde, encore que le sol se soit affaissé lentement et ait ainsi permis le dépôt de grandes épaisseurs de calcaires. Cet état de choses a duré jusqu'à la fin du permien, époque à laquelle la mer s'est retirée assez rapidement de cette région.

Plus au nord-est, sur l'emplacement de la Cordillère, se trouvait une région à peu près complètement émergée, pendant cette période, et formant barrière entre les deux mers.

L'autre mer, en arrière de la Cordillère, continue la mer moscovienne. Mais peu à peu, son fond se relève et, à partir de la fin de l'ouralien, la mer se retire de ce synclinal qui est sans doute entièrement exondé à la fin du permien, cependant que, dans cette même région et à cette même époque, s'épanchent des masses importantes de rhyolites et de dacites.

En définitive, à la fin du permien, tout le territoire que nous avons étudié est complètement émergé.

CHAPITRE II

LE NORD DE L'INDOCHINE CENTRALE DEPUIS LE TRIAS

Nous avons déjà fait connaître l'objet de ce chapitre ; de même que le premier avait spécialement en vue l'édification de l'Indochine hercynienne, celui-ci traitera des modifications apportées à cet édifice depuis la fin des temps anthracolithiques jusqu'à nos jours, et, d'une façon plus particulière, de la transformation du plan hercynien sous l'influence des mouvements du début de la période secondaire.

A. — Période de mouvements secondaires : (trias et rhétien).

(Carte esquisse nº 10).

En résumé, cette période s'encadre entre deux régressions marines et correspond presque entièrement à une période d'orogénèse, la dernière de quelque importance qui ait affecté cette partie de l'Indochine.

Après le dépôt des calcaires à *Sumatrina Annae,* c'est-à-dire après le permien supérieur, la mer paraît s'être retirée très rapidement de toutes les régions que nous avons explorées. Cette régression marine coïncide, semble-t-il, avec la dislocation de l'édifice hercynien suivant un régime de cassures et de flexures à peu près parallèles, dont la direction est un peu inclinée à l'est sur le méridien. Parmi ces dislocations nous citerons celles qui se déduisent avec assez de netteté de la structure actuelle, dans les vallées de l'Houei Cho, du Rao Cay, et d'Hang Rao, et dont nous avons fait connaître (pp. 169, 232 et 234) le rôle au cours de la période triasique.

La durée de la phase d'émersion qui sépare le départ et le retour de la mer est complètement inconnue ; elle est d'ailleurs variable suivant les points, bien que dans l'ensemble elle ne paraisse pas avoir atteint le sommet du trias moyen, et dans bien des cas, elle doit être entièrement contenue dans le werfénien.

La transgression triasique s'est produite vraisemblablement en même temps sur les deux versants de la Cordillère, et à peu près de la même façon, sur un terrain raboté intensément par l'érosion. La différence des faciès, toujours très profonds dans le trias bas-laotien et néritiques ou bathyaux dans le trias annamite, est exactement l'inverse des faciès ouralo-permiens, ces derniers en effet étaient le plus souvent détritiques en Annam et néritiques au Laos. De ceci on peut conclure que, contrairement à ce qui s'est produit à l'anthracolithique supérieur, le mouvement qui a causé la transgression triasique, a amené un abaissement plus rapide et plus important de la partie de l'édifice hercynien, située au nord-est de la Cordillère, que de la partie occidentale de cette chaîne et de l'Avant-pays.

Des deux côtés de la Cordillère, le trias débute très généralement par des poudingues à cailloux le plus souvent quartzeux, mais pouvant contenir aussi, et dans certains cas presque exclusivement, des galets calcaires ; nous avons vu ce cas notamment dans le pays Kha de Muong Bam (p. 168), où le trias débute par des poudingues à galets de calcaires à fusulinidés et se continue par des poudingues à galets de quartz.

D'une façon très générale aussi, sur les deux versants de la Cordillère, comme à la bordure du Phou Huat, les poudingues supportent des argiles rouges plus ou moins marneuses qui constituent le terrain rouge du trias, et qu'il est impossible lithologiquement de séparer dans les deux faciès (bas-laotien et annamite).

Bien qu'actuellement le raccord ne se fasse plus entre les sédiments triasiques des deux versants de la Cordillère, nous avons admis, et la chose nous paraît très vraisemblable, que les dépôts de poudingues et de terrain rouge du trias qui transgressent sur la Cordillère, de la même façon en Annam et au Laos, étaient inséparables, et qu'ils appartenaient donc bien à la même formation ; à un certain moment de la période triasique, ils devaient se relier par les points les plus bas de la Cordillère, c'est-à-dire par les dépressions du Nam Hung, et par les sillons d'Hang Rao et du Rao Cay, où se voient encore quelques témoins disposés en relais sur les deux versants.

Voyons quelles furent les régions occupées par les poudingues et par le terrain rouge du trias.

Au Laos ces sédiments constituaient probablement tout le trias de la bordure occidentale de la Cordillère et du synclinal du Nam Mo encore occupé en grand partie par ces dépôts qui ont, en outre, laissé des témoins jusque sur l'axe de cette vieille chaîne, à Hang Rao, dans le Muong Bam et dans la vallée du Nam Sot, (bassin du Nam Nhuong).

En Annam, les poudingues et le terrain rouge se voient à l'exclusion de tous les autres sédiments triasiques dans la vallée du Rao Nay ; dans le Hatinh et à la bordure méridionale du massif de Benthuy ; dans la vallée du Ngan Sau, à l'est de Ha Linh, le caractère littoral du terrain rouge est accusé par la présence d'un peu d'anthracite (p. 172) ; plus au nord, ces sédiments dépassaient légèrement le village de Huu Biet et garnissaient le versant oriental de la Cordillère ; dans la dépression du Nam Hung, quelques lambeaux conservés à la faveur de plis synclinaux tendent la main à ceux du versant laotien, comme pour indiquer l'une des principales communications des deux mers triasiques; enfin, de l'autre côté de la vallée du Song Ca, ils garnissaient les pentes du Phou Huat, où ils se voient encore à l'intérieur du pays Muong de la boucle du Song Con. Il ne semble pas que la transgression triasique se soit avancée très loin dans la vallée du Song Ca, sur l'emplacement de l'ancien synclinal anthracolithique.

Voilà pour le trias à faciès littoral. Ce sont ses limites qui permettent de déterminer avec une certaine approximation les contours des régions émergées à l'époque triasique. Celles-ci, réduites à une sorte d'archipel formé de grandes îles, que séparaient des lagunes ou des bras de mer de faible profondeur, comprenaient les trois principaux massifs cristallins du géanticlinal du Phou Sao, la partie axiale du pays de Qui Dat, le massif de la Porte d'Annam, puis le Phou Lai Leng ; celui-ci se reliait au Phou Huat par un seuil probablement émergé dans la haute vallée du Song

Ca. A l'est et au nord, un golfe et une mer plus profonde séparaient cette région, de l'Indochine du nord.

Voyons maintenant quelle était l'allure du trias dans les parties profondes du golfe du Nghe An.

Au nord de Vinh, dans la région que nous avons appelée le golfe du Nghe An, (p. 173) et plus au nord sur le versant oriental du Phou Huat, les poudingues de la base du trias sont surmontés directement par des formations de mer plus profonde qui, latéralement, passent au terrain rouge. Ces formations : des calcaires, des schistes, des schistes gréseux, puis des grès schisteux à petits cailloux et de nouveau des calcaires, témoignent, par leur faune autant que par leur faciès, de l'existence de mouvements de la mer pendant le trias.

Nous allons essayer de suivre ces mouvements.

Dès le début du trias moyen, un approfondissement rapide du golfe du Nghe An amène, immédiatement après le dépôt des poudingues, la formation de calcaires, pour le moins néritiques, à *Mentzelia Mentzeli, Retzia* et gastropodes, ce qui indique une descente brusque d'au moins 200 mètres.

Au virglorien moyen, cette descente s'accentue jusqu'à dépasser 500 mètres ; aux calcaires à brachiopodes succèdent brusquement, en effet, des schistes à ammonites qui contiennent la plus riche faune de céphalopodes triasiques connue actuellement en Indochine (Horizon de Hoang Mai à *Xénodiscus Middlemissi*) (p. 179). Le virglorien supérieur, constitué dans la même région d'abord par des calcaires à ammonites (Horizon de Khoa Truong à *Ceratites* cf. *superbus*) (pp. 71 et 174), puis par des schistes contenant encore des ammonites (Horizon de Quan Son à *Ceratites tridonosus*), indiqne quelques variations peu importantes du niveau marin. Au ladinien la mer régresse, le dépôt des schistes à *Hœrnesia,* complètement dépourvus de céphalopodes, indique un relèvement important du fond de la mer. Au sommet du ladinien, la régression est telle qu'on ne retrouve plus sur de grandes étendues que les schistes gréseux à *Myophoria Goldfussi* qui sont des dépôts littoraux.

Par leurs grès schisteux à petits cailloux ferrugineux et leurs calcaires à silex, riches en térébratules et alternant fréquemment avec des lits marneux, les dépôts que nous attribuons avec un point de doute au trias supérieur, témoignent d'oscillations fréquentes du niveau de la mer, probablement en relation avec les mouvements orogéniques.

Peut-être faut-il ranger après le trias supérieur, ou au sommet de cette période, les conglomérats brèchoïdes, constitués par des débris de silex et dans certains cas par des schistes rouges durcis, qui se trouvent à l'état de cailloux mal roulés, dans les alluvions de la dépression qui sépare le trias d'Hoang Mai de la falaise rhétienne située plus à l'est. Ces conglomérats qui ressemblent à la brèche des sommets de M. Bourret [5] semblent avoir emprunté une très grande partie de leurs éléments aux calcaires à térébratules, ils proviendraient donc de la destruction de ceux-ci antérieurement au rhétien, puisque les dépôts de cette période sont transgressifs, discordants et presque horizontaux sur la série triasique plissée.

La transgression de la mer rhétienne aurait ainsi clôturé la période des mouvements secondaires.

On peut donc dire que l'histoire du golfe triasique du Nghe An avec ses changements rapides de faciès, sa régression ladinienne et néotriasique, ainsi que par sa

transgression rhétienne, montre que les plissements que nous avons décrits dans la partie structurale de cet ouvrage (p. 296 et suiv.) se sont produits pendant toute la durée des temps triasiques qu'ils ont pu dépasser légèrement ; toutefois, étant donné la concordance apparente des divers horizons du trias dans cette région, il est peut-être logique d'admettre que les plus importants d'entre eux, tel que le chevauchement du Nui Bo Bo, par exemple, datent du trias supérieur.

Sans reprendre l'étude des mouvements du début des temps secondaires, nous en résumerons cependant les caractéristiques.

Tout d'abord il est important que nous mettions en évidence l'état de stabilité du nord de l'Indochine centrale, au moment de ces plissements.

Les terrains triasiques qui sont les plus récents parmi ceux qui ont été affectés par ces plissements, sont disposés dans les parties déprimées de l'édifice hercynien c'est-à-dire dans la vallée du Mékong, sur l'anticlinal viséen du Nam Hin Boun, dans les synclinaux du Nam Ka Dinh, du Nam Mo et du Song Ca et à la bordure nord-orientale de l'anticlinal du Phou Huat ; cette dernière région qui, nous le verrons, constitue le synclinal triasique le plus important, se reliait au synclinal du Song Ca par le golfe du Nghe An.

Le synclinal triasique de la bordure orientale du Phou Huat et le golfe du Nghe An sont les seules régions de cette partie de l'Indochine qui aient été recouvertes par des dépôts de mer profonde.

Toutes les dépressions, que nous venons de citer, sont disposées du nord-ouest au sud-est entre les grands anticlinaux de l'édifice hercynien.

De même que ces derniers, solidement consolidés par les intrusions de granites anthracolithiques, peuvent être considérés comme ayant été relativement stabilisés au moment des mouvements secondaires, il est logique d'admettre que les dépressions triasiques qu'ils séparaient correspondaient à des zones faibles de l'écorce terrestre. De ces dépressions triasiques, il convient cependant de retrancher la région correspondant au bourrelet viséen du Nam Hin Boun, consolidée aussi par des intrusions granitiques, qui se suivent, depuis le Nam Sane jusqu'auprès de Quang Tri, et de la rattacher aux éléments anticlinaux voisins, puisque, comme eux, il constituait aux temps secondaires un élément résistant.

Ceci dit, tout en admettant que les poussées des mouvements secondaires ont agi vers le sud-est, c'est-à-dire parallèlement à la direction des éléments hercyniens, on comprendra que les plissements qui en résultèrent, ne pouvaient logiquement se traduire par un système de plis serrés ou de nappes poussées au sud-est, surtout, si l'on considère que les môles hercyniens étaient émergés.

Les seuls mouvements, susceptibles de se produire, furent évidemment des plis à grands rayons de courbure, des torsions et aussi des cassures des môles, suivant des plans voisins de l'horizontale.

Ces derniers mouvements sont les plus intéressants et à eux seuls, ils permettent d'expliquer, par des déplacements relatifs des môles hercyniens entre eux, à la fois les plis progressant au sud-est et ceux qui ont été poussés vers le sud-ouest, perpendiculairement aux premiers.

Dans le cas qui nous intéresse, un seul môle a été cassé et a cheminé vers le sud-est, l'anticlinal du Phou Huat ; il a glissé le long de la Cordillère en écrasant

contre elle les sédiments anthracolithiques et triasiques du synclinal du Song Ca ; de même qu'il a chevauché vers le sud-est le trias et les terrains anciens de l'anticlinal du Nui Ya Theo.

En même temps la Cordillère, sollicitée à la fois sur son flanc nord-est par des poussées venues du Phou Huat et au nord-ouest par des pressions venues de la région du Tran Ninh, s'est déplacée à la fois vers le sud-ouest et vers le sud-est, ce qui a produit l'exagération des dépressions du Nam Hung et du pays de Qui Dat (sillon du Rao Cay et d'Hang Rao), la compression du synclinal du Nam Ka Dinh et, par suite, le plissement des dépôts anthracolithiques et triasiques de ce synclinal.

Il est important de signaler que sur les môles eux-mêmes ces plissements ont produit peu d'effets en dehors des bordures du synclinal du Song Ca.

En coordonnant les résultats produits ainsi par les poussées secondaires, on arrive à comprendre pourquoi la déformation de l'édifice hercynien s'est faite suivant un système de plis obéissant à la fois aux directions hercyniennes (nord-ouest sud-est ; poussées venues du nord-est) et secondaires (nord-est sud-ouest ; poussées venues du nord-ouest).

C'est en effet ce qui s'est produit : une surface importante de l'Indochine a été affectée par une série de plis disposés en arcs convexes au sud-est et emboîtés autour de la terminaison périclinale du Phou Huat. La partie de ce plan, intéressée ici, comprend le front en marche du Phou Huat et l'aile droite de ces arcs ; ceux-ci se raccordent dans cette aile suivant plusieurs virgations dont deux s'arrachent de la Cordillère (virgations du Nghe An et des massifs côtiers) et l'autre glisse le long de l'anticlinal du Nam Hin Boun (faisceau plissé du Nam Sane avec la petite virgation du Cammon qui enserre le massif de Dong Hoi).

De cet édifice replissé, la transgression rhétienne n'a recouvert qu'une étendue très restreinte qui n'a sans doute pas dépassé au sud l'embouchure du Song Ca et au nord, la région de Phu Tinh Gia ; sa limite occidentale probablement convexe au sud-est ne paraît pas s'être éloignée à plus de 25 ou 30 kilomètres du littoral actuel. Quant aux grès salifères du Laos, dont la discordance sur le terrain rouge du trias est à peine sensible, ils paraissent avoir occupé une lagune qui s'étendait sur presque toute la surface triasique située à la bordure occidentale de la Cordillère, à l'exception peut-être de la bande qui est comprise entre le massif du Phou Sao et la plaine du Mékong dans les environs du Muong Borikane.

Après le rhétien, la région orientale était entièrement émergée ; quant à la région occidentale, nous n'avons encore aucun argument pour fixer la date des couches supérieures des grès salifères ; on peut cependant supposer qu'elles appartiennent, au plus, au lias moyen.

Dans l'exposé qui précède, nous n'avons rien dit des schistes violets du Tran Ninh, (p. 182) dont le raccord avec les autres faciès ne peut être fait pour le moment.

Voyons maintenant comment se continuent dans les régions limitrophes les formations secondaires qui ont fait l'objet de l'exposé qui précède.

Le trias à faciès bas-laotien et les grès salifères couvrent des étendues considérables dans le Laos et l'Annam, à l'ouest d'une ligne passant par Dong Hoi, Xieng Khouang et Lai Chau. Mais tous ces terrains sont-ils bien du même âge ? Quelles relations stratigraphiques y a t-il entre les marnes rouges à *Pachycardia* de Ban Hine

(Cammon) (p. 71), les argiles versicolores surmontées par les grès verts à dicynodontes de Luang Prabang et le terrain rouge à végétaux triasiques et rhétiens de Phong Saly (Haut Laos) ? A ce sujet, nous renvoyons le lecteur à l'étude de M. Jacob [32 page 65] qui a bien étudié la question de même que celle des faciès du trias [ibid. p. 97] mais sans pouvoir la résoudre, faute d'un nombre suffisant de renseignements, qui ne seront d'ailleurs obtenus que par l'étude complète du haut et du moyen Laos.

Le trias du type annamite se poursuit, avec la plus grande netteté et avec des faciès généralement plus profonds, à la bordure orientale de l'anticlinal du Phou Huat, puis encore plus loin vers le nord-ouest, jusqu'aux environs de Lai Chau, avec des gisements de fossiles découverts sporadiquement sur toute sa surface. Les recherches de MM. Jacob [30] et Dussault [17, 18 et 23] ont permis d'y reconnaître l'existence du trias moyen et du trias supérieur ; quelques débris de lamellibranches pourraient indiquer également du trias inférieur, mais avec beaucoup de doute. Les fossiles qu'on y recueille sont le plus souvent des ammonites et des pélécypodes de mer profonde tels que des *Halobies* et des *Daonelles*. Des schistes gréseux et des marnes à *Pentacrinus* et *Myophories* y indiquent probablement soit la proximité d'un littoral, soit un relèvement du fond de la mer. Enfin, les calcaires à térébratules disposés en bordure des dépôts précédents avec quelquefois des poudingues à leur base, indiquent peut-être une transgression du trias supérieur sur les anticlinaux, en relation avec une régression dans les synclinaux, ce qui est conforme aux idées de M. Haug.

Ce synclinal de la bordure orientale du Phou Huat, long de plus de 450 kilomètres et de direction nord-ouest sud-est, paraît jalonner l'une des dépressions les plus importantes de l'époque triasique, sinon la principale ; nous soupçonnons en outre, et cela sans autres arguments que sa direction et sa disposition synclinale, que cette dépression dût constituer l'un des principaux éléments structuraux de l'édifice hercynien.

Plus à l'est et jusqu'au Fleuve Rouge s'étendent encore des lambeaux de trias qui se sont probablement déposés dans un synclinal parallèle au précédent ; ce sont des schistes à *Daonelles* et céphalopodes du trias moyen, puis des schistes littoraux à lamellibranches. Ces formations sont surtout fossilifères dans la vallée de la Rivière Noire (Région de Hoa Binh et de Van Yen MM. Jacob [30] et Dussault [18].

Revenons au sud-ouest jusqu'au Mékong. La coupe de Luang Prabang présente un intérêt remarquable, mais malheureusement il n'est pas possible de la relier avec celles d'autres régions connues, en raison de la trop grande distance qui les sépare. La voici en résumé, telle qu'elle résulte des travaux de M M. Mansuy, Dussault et Jacob [39, 16 et 32].

Trias supérieur. 4°. — Calcaires à térébratules et *Discophyllites Laubei.*

Trias moyen et inférieur { 3°. — Grès rouges et verts contenant à leur base *Dicynodon incisivum.*
2°. — Schistes versicolores contenant assez souvent, mais pas d'une façon constante, des galets de calcaires à fusulinidés du permien.

Permien. 1°. — Grauwackes fossilifères avec schistes charbonneux.

Cette coupe nous révèle que :

1° — les environs de Luang Prabang constituent l'une des rares régions de l'Indochine où le passage de l'anthracolithique au trias est visible. La mer n'aurait donc pas abandonné cette partie du Laos après le permien, la régression post-permienne de même que la transgression triasique s'y seraient seulement manifestées par un relèvement du fond de la mer, accusé par un changement de faciès et par la présence de quelques galets, provenant des massifs calcaires voisins.

2° — par leurs grès à dicynodontes, les environs de Luang Prabang se rattachent sans doute au faciès bas-laotien qui est, semble-t-il, le faciès dominant de la région.

3° — enfin, par ses calcaires à *Discophyllites*, et à térébratules, cette région fait songer à un raccord avec le trias marin, c'est-à-dire avec le faciès annamite. Ces faits sont remarquables parce qu'ils aideront à résoudre le problème du raccord des faciès triasiques lorsque le reste du Laos sera mieux connu.

En résumé, après l'émersion complète de la fin du permien, se produit, probablement au début du trias, une nouvelle invasion de la mer. Cette mer peu profonde sur presque toute l'étendue du territoire étudié, ne laissait émerger qu'une sorte d'archipel, situé principalement sur l'emplacement de l'ancienne Cordillère.

Cependant, au nord-est, dans la région que nous avons appelée le golfe du Nghe An, la mer était plus profonde et son fond a d'ailleurs subi de nombreuses variations.

Des mouvements, dont les principaux datent probablement du trias supérieur, ont plissé assez énergiquement tout l'édifice et ont conduit à une nouvelle émersion totale de tout le territoire. Ces mouvements étaient dûs à des poussées de direction nord-ouest sud-est, perpendiculaires à celle des poussées hercyniennes.

Puis, au rhétien, la mer reprend, pour la dernière fois, possession du territoire dans le golfe du Nghe An, tandis qu'au sud-ouest, dans le Laos, se constitue une vaste lagune où se déposent des grès salifères.

Enfin, après le rhétien, il semble que presque tout l'édifice indochinois ait émergé, cette fois définitivement jusqu'à l'époque actuelle.

B. — Le nord de l'Indochine centrale après le rhétien.

Malgré l'incertitude qui règne, relativement à l'âge exact des grès salifères du Laos, il est permis de supposer que, dès la fin du rhétien, le nord de l'Indochine centrale fut émergé définitivement. Les plus anciens mouvements qui s'observent après le rhétien sont des flexures ou des cassures, causées probablement par la formation de plis à grands rayons de courbure, précédant immédiatement le dépôt du miopliocène lacustre avec lignites. Ces sédiments furent déposés dans plusieurs bassins, allongés du nord-ouest au sud-est sur une ligne un peu convexe au nord-est, qui suit la fracture du Rao Nay et le synclinal du Song Ca. D'autres sédiments de même âge dirigés toujours suivant les directions hercyniennes, se voient dans toute l'Indochine du nord et en particulier le long du Fleuve Rouge. Par contre *sur le versant occidental de la Cordillère, les formations d'âge miopliocène font complètement défaut.*

La continuation ou la reprise des mouvements qui ont creusé les fossés mio-pliocènes amenèrent ensuite leur dislocation, suivant des cassures accompagnées peut-être dans certains cas par des plissements. L'âge de ces derniers mouvements ne peut être précisé, sans doute sont-ils assez récents et se mettent-ils, dans ce cas, en relation avec les coulées de basaltes de la Chaîne annamitique et de Phu Qui ? Ils dateraient alors du quaternaire ou tout au plus du pliocène supérieur.

Les coulées de basaltes sont les dernières manifestations de l'activité éruptive de ces régions. En étendant légèrement vers le sud le domaine de nos investigations, jusque dans les environs de Quang Tri étudiés par M. Bourret [9], nous pouvons reconnaître trois centres éruptifs principaux, tous situés sur des môles.

Au sud, entre Quang Tri et Lao Bao, ces éruptions paraissent être sorties près du contact de l'anticlinal du Nam Hin Boun et de l'Avant-pays hercynien.

Plus au nord, c'est dans le domaine de la nappe hercynienne que se voient des coulées basaltiques, disposées suivants deux alignements nord-ouest sud-est de chaque côté de la crête frontière (p. 208).

Le dernier centre éruptif est de beaucoup le plus important ; il se trouve dans la région de Phu Qui, de chaque côté d'une fracture triasique ou postriasique, dirigée vers l'ouest-nord-ouest, le long du Song Mai puis du Song Con. Ces basaltes sont encore ici sur un môle cristallin : l'anticlinal du Phou Huat (p. 207).

De l'étude des terrasses et des phénomènes d'érosion les plus récents, sur les deux versants de la chaîne frontière, on pourrait peut-être se faire une idée assez exacte sur la nature des mouvements qui, actuellement encore, sollicitent cette partie du continent. Mais ces études sont à peine commencées et les renseignements que nous avons réunis ne peuvent servir qu'à poser le problème sans le résoudre en aucune manière.

Nos observations sur les côtes et dans les vallées de l'Annam nous ont permis de de reconnaître un peu partout les traces de plusieurs terrasses, dont la plus basse est à l'altitude relative de 5 mètres environ. Cette terrasse qui est en relation avec des barres d'érosion et des grottes des massifs calcaires, est actuellement en pleine érosion et sa destruction est très rapide.

On peut donc dire que toute la région de l'Annam qui comprend le Nghe An, le Ha-tinh et le Quang Binh, traverse actuellement une phase de creusement dont le début se place sans doute à l'apparition du néolithique indochinois le plus récent. Cet âge relatif est donné par les dépôts archéologiques de la grotte sépulcrale de Minh Cam [55] dont le plancher correspond à peu près au niveau de la terrasse de 5 mètres. Ces dépôts, étudiés par M. Patte, ont en effet livré des objets et un outillage néolithique accompagnant la sépulture d'un jeune négrito dont le crâne fut également retrouvé. Dans le Quang Binh il est cependant possible que le creusement ait été un peu plus rapide que plus au nord ainsi que semble le démontrer la présence d'objets néolithiques jusqu'au niveau de la mer dans les environs de Dong Hoi [57].

Sur le versant du Mékong les choses sont tout à fait différentes. Pendant toute la saison des pluies les plaines sont recouvertes le plus souvent par les eaux des rivières qui débordent jusque dans les parties très élevées de leurs vallées. Ces inondations annuelles ont apporté une couche de limon sableux très fin dont l'épaisseur dépasse souvent 10 mètres. D'une façon générale, on peut dire que jamais on ne rencontre de graviers sur toute cette hauteur de limons ; ceux-ci se tiennent à la base des berges

et n'affleurent qu'aux plus basses eaux. Ces limons remblayent toutes les cavités creusées antérieurement par la circulation souterraine des eaux dans les massifs calcaires.

Nous mentionnerons encore comme exemple de l'importance que prennent ces limons, le cas de la coulée de basalte de la vallée du Nam Noi (p. 209), qui se trouve enfouie sous 3 ou 4 mètres d'alluvions sableuses très fines. En outre dans toute la partie basse du Laos, qui s'étend de Pak Sane à Thakhek, ce n'est qu'exceptionnellement qu'il est possible de retrouver dans les cavernes les restes de civilisations anciennes, alors que dans les régions montagneuses, au Tran Ninh par exemple, l'outillage néolithique est assez abondant. De cela il est donc permis de conclure que l'absence d'outillage néolithique dans les plaines du Laos, qui, de toute évidence, étaient habitées de préférences aux montagnes, est due en très grande partie à ce que les planchers des grottes qui contenaient des objets de cette époque sont aujourd'hui cachées sous de grandes épaisseurs de limon.

Ainsi la vallée du Mékong, au moins dans le bief considéré, traverse une phase de remblaiement, qui s'oppose à la phase de creusement des bassins fluviaux du versant annamite. Les choses se passent comme si la presqu'île indochinoise pivotait autour d'un axe situé, à très peu près, sur le front de la partie occidentale de la Cordillère. Ce mouvement est comparable, mais dans un ordre de grandeur infiniment plus petit, à celui qui a causé, à l'époque anthracolithique, la transgression des calcaires ouralo-permiens et le régression des grès schisteux.

M. Chassigneux qui, dans une note déjà citée [11], a étudié les mouvements de la mer sur le littoral indochinois, a constaté que les déplacements du niveau marin s'étaient effectués en sens inverse, de chaque côté d'un axe dirigé nord-ouest sud-est, traversant le golfe et le delta du Tonkin.

Ces observations, complètées par les nôtres, tendent à démontrer que la presqu'île indochinoise traverse une période d'instabilité qui se manifeste, suivant les points, par des mouvements de la mer de sens différents : positif au nord du Fleuve Rouge et dans la partie du Mékong considérée ici, et négatif depuis le Quang Binh jusqu'au sud du delta du Tonkin.

Ces mouvements ne paraissent pas être des mouvements de bascule comme nous l'avons dit plus haut ; hypothètiquement, il semble plus logique de les attribuer à des plis à grands rayons de courbure se déplaçant comme des ondes dans la direction nord-est sud-ouest ou nord-ouest sud-est.

Pour terminer, nous dirons qu'il est très remarquable que les mouvements tertiaires et actuels soient caractérisés par les mêmes directions qui sont celles des mouvements hercyniens. Les directions des mouvements secondaires qui sont disposées à angle droit sur elles ne se sont pas imposées aux mouvements plus récents.

En résumé, depuis le rhétien, il ne s'est produit que des poussées dirigées comme les poussées hercyniennes et qui, entre autres, ont produit un sillon le long duquel furent disposés au miopliocène de petits bassins lacustres.

A l'heure actuelle, cette partie de l'Indochine est encore en mouvement : la mer se retire du littoral annamite, tandis qu'au contraire, la plaine du Mékong se remblaie.

Hanoi, mai 1927.

Index géographique [1]

A

A (Ru) (2), 159, 160, 306. 308, 311.

Ac (Phou) (3), 21, 22, 24, 25, 45, 141, 153, 168, 234, 235.

Au (Phou), 169, 170.

B

Ba (Nui) (4), 274.

Bach Son, 163.

Ba Coc (Chaîne du) 202, 205, 272.

Ba Don, 130, 140, 155, 172, 203, 205, 211, 238, 270, 271, 278, 279, 323.

Ba Gen E, 35.

Ba Hoi (Ru), 205, 272

Bai Dinh, 88, 123, 154, 168, 236.

Bai Duc 38, 245.

Bam (Nam) (5), 168.

Ba Mu (Nui), 31, 62, 155, 194, 252, 281, 288.

Ban Ban, 140, 154, 155, 161, 321, 333, 335.

Ban King (col de), 32.

Ba Nuong Xa, 95, 244.

Bartholoni (mine), 126, 221, 222.

Benthuy (massif de), 40, 41, 62, 66, 155, 195, 196, 199, 270, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 283, 289, 291, 295, 296, 337.

Benthuy (village), 39, 172, 196, 198, 275.

Beuc (Ban), 262, 263.

Bich Trieu, 280, 281.

Bien Le, 239, 241.

Bien Son, 46, 155.

Bo (Ban) (6) (près de Kam Keut), 154.

Bo (Ban), 218.

Bo (Nui), 92, 95, 123, 242.

Bo Bo (Nui), 63, 176, 197, 198, 206, 291, 297, 298, 299, 300, 301, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 313, 314, 332.

Bo De, 244.

Bo Neng (Mine), 222.

Bo Neng (Pha) (7), 59, 220, 221, 229, 331.

Bong Nao (Pha), 221.

Bouton (Cap), 297, 304.

Buc To, 93, 123.

Bung (Ban), 151.

Bung Bao (Ban), 154.

C

Ca (Song) (8), 19, 29, 31, 37, 39, 40, 41, 44, 47, 48, 76, 85, 86, 106, 107, 131, 154, 163, 164, 172, 173, 175, 186, 187, 190, 193, 206, 231, 270, 274, 279, 281, 282, 290, 291 292, 296, 298, 299, 301, 305, 307, 309, 310, 311, 312, 313, 315, 323, 325, 337, 339, 340.

Ca An (Ban), 101.

Ca An (Houei) (9), 77.

Cam Huong (Nui), 273, 274. 301.

Cammon (Province du), 17. 25, 85, 120, 138, 153, 169. 231, 248, 288, 340.

Cao Lang, 259.

Cao Véou, 27, 30, 44, 66. 155, 166, 195, 279, 281, 282, 288, 295.

Cap Dan, 66, 195, 198, 199. 270, 273, 274, 279, 289.

Ca Reng (Co) (10), 24, 25, 35, 262, 263.

Cat Dang Sach, 69.

Ca Tep (Ban), 225.

Cau Giat, 189, 299, 302, 303, 308.

Cau Rong (Nui), 125, 156.

(1) Les unités structurales ne figurent pas dans cet index.
(2) Ru, mot annamite = montagne.
(3) Phou, mot laotien = montagne.
(4) Nui, mot annamite = montagne.
(5) Nam, mot laotien = rivière généralement importante.
(6) Ban, mot laotien = village.
(7) Pha, mot laotien = montagne escarpée.
(8) Song, mot annamite = fleuve ou rivière.
(9) Houei, mot laotien = rivière ou ruisseau.
(10) Co, mot so = montagne.

Cay (Rao), 60, 93, 122, 124, 125, 127, 128, 129, 155, 164, 168, 183, 212, 231, 232, 234, 237, 243, 245, 246, 247, 257, 285, 288, 319, 323, 326, 327, 328, 336, 337, 340.

Cay Chanh, 309.

Cay Lim, 239.

Cha Cung, 95, 123.

Cha Lap (Ban), 37, 196.

Cha Lap (Nam), 30, 37, 198, 312.

Cham (Nam), 30, 37, 253, 254, 256, 257.

Chang (Ban), 200.

Cha Noi, 95, 123, 242.

Chat (Nam), 29, 31, 36, 38, 76, 248, 249, 250, 251, 252, 257, 258, 281, 288, 319.

Cho (Houei), 47, 53, 169, 170, 225, 235, 248, 284, 287, 323, 325, 326, 336.

Choc (Ban), 311.

Cho (1) Khoan, 206.

Choi (Nam), 228.

Chom Voi (Phou), 31, 36, 248, 251.

Chuc A, 33, 38, 262, 264.

Chu Lê, 187, 118.

Coc Phuong (Ban), 102, 105.

Co Giang, 239, 241.

Con (Song) (rivière), 39, 45, 47, 76, 85, 159, 160, 172, 175, 176, 190, 197, 207, 213, 290, 296, 297, 301, 306, 307, 309, 313, 315, 320, 337.

Con (arcs du Song), 315, 320, 337.

Con Cuong, 30, 47, 106, 170, 172, 195, 279, 282, 283, 310.

Cong (Ban), 307, 309, 310, 311.

Con Giau (Xom) (2), 90, 91, 92, 244

Con Keo (Nui), 91, 92, 123, 243, 244.

Con Keo (Pha), 220.

Con Vinh (Nui), 294.

Co Peng (Houei), 79.

Co Phia, 185, 217.

Co Roong, 34, 38, 119, 166, 215, 216, 216, 218, 232, 233.

Co Trang, 34, 38, 39, 86, 119.

Cua Lo, 189.

Cua Rao, 37, 39, 154, 172, 186, 187, 309, 311, 312, 313, 315.

Cuc (Xom), 237.

Cuc Den, 205.

D

Da co, (Xom), 203, 204, 272.

Da Do, 172.

Da La (Nui), 123.

Dai Du, 123.

Dai Giang (Song), 34, 119.

Dai Vac (Nui), 292, 293, 295, 296, 297, 304, 305.

Dang (Ban), 132.

Dan Xuyên, 198.

Den (Chaîne du Nui), 243

Den Con Thi, 293.

Deng (Pha), 261, 262.

Den Muong (Ban), 29, 266.

Dinh (Song), 35.

Dinh Tuat (col de), 32, 38, 74, 76.

Do Cam, 172, 184, 295, 297, 304, 305.

Do Luong, 39, 45, 107, 172, 184, 270, 281, 289, 292, 295, 297, 298, 300, 301, 304, 305.

Done (Ban), 37.

Done (Nam), 23.

Dong (3) Bat, 44, 163, 280.

Dong Cao, 294.

Dong Choi, 100.

Dong Chua (Ru), 205, 272.

Dong Hoi (massif de), 19, 28, 33, 35, 45, 47, 50, 62, 66, 85, 86, 119, 166, 188, 194, 227, 231, 232, 233, 238, 239, 283, 284, 287, 288, 328, 340, 342.

Dong Hoi (village), 17, 44, 217.

Dong Huyet, 177, 300.

Dong Li, 304.

Dong Mai, 176, 298, 299, 300, 308.

Dong Ngha, 239, 241.

Dong Nua, 202, 203.

Dong Phuong, 125, 156

Dong Tam, 242.

Dong Tien Ma, 260.

Dong Tim ou Dong Tinh, 32, 38, 100, 128.

Dong Tho, 32, 33, 100, 126, 127, 128, 156, 158, 260, 262, 325.

Dong Thong, 298, 299, 300, 302, 308.

Dong Trai Mit, 28, 30, 31, 36, 38.

Dong Van (4), 125, 156.

Dong Vinh, 301.

Do Terrien (5), 34.

Duong Luat, 275.

Du Yen Tay, 273.

---

(1) Cho, mot annamite = marché.
(2) Xom, mot annamite = petit village.
(3) Dong, mot annamite = montagne.
(4) Van, mot annamite = village de sampaniers.
(5) Do, mot so = rivière.

E

Et Va (Phou), 45, 166, 185, 227, 234, 237, 288.

F

Falaise (Cap), 183, 184, 297, 302.

G

Gia (Song), 189.
Giang (Ban), 260, 261.
Giang (Song), 30, 37, 39, 106, 170, 279, 280, 282, 283, 295.
Giao Ca (Nui), 156.
Goi (Ru), 127.

H

Ha Linh, 172, 175, 205.
Ha Tan, 281.
Hatinh, (littoral et massif), 20, 44, 47, 51, 54, 62, 231, 238, 270, 277, 278, 330.
Hatinh (province de), 7, 106. 107, 172, 175, 189, 201, 203, 205, 270, 272, 337.
Hai Thanh, 189.
Ham Anh, 276.
Hang (Ban), 29, 154, 266.
Hang Rao (village), 66, 119, 183, 216, 217, 231, 232, 233, 288, 336, 337 340.
Hao (Nam), 121.
Hat Bai (Ban), 225.
Hay (Ban), 23, 190.
Hay (Nam), 25.
Hay (Phou), 25.
Heu (Nam), 46, 234, 235.
Hieu My, 280, 283, 289, 295, 296.
Hin Boun (Nam), 19, 21, 22, 23, 24, 25, 45, 51, 54, 152, 153, 218, 220, 225, 226, 328, 330, 334.
Hine (Ban), 213, 340.
Hin Lap (Phou), 134.
Hin Ma (Ban), 88, 103, 120, 135, 169, 254.
Hoang Mai, 71, 155, 164, 175, 179, 180, 184, 207, 213, 214, 297, 302, 303, 304, 315, 338.
Hoi Danh, 273.
Hong (Nam) (affluent du Nam Muon), 28.
Hong (Nam) affluent du Nam Sang), 29.
Hon Nay (Nui), 176.
Hon Nghen, 207.
Houei Ho (Ban), 120.
Houei Tien (Ban), 206, 317.
Huat (Phou), 49, 56, 76, 173, 291, 295, 296, 297, 315, 319, 320, 321, 323, 325, 326, 329, 330, 331, 333, 334, 337, 338.
Hung (Nam), 26, 27, 44, 124, 130, 161, 166, 254, 333.
Hung Son, 202, 203, 271.
Huong Khé, 32, 41, 62, 231, 270, 277, 278, 279, 284, 305.
Huu Biet, 172, 173, 175, 292, 294, 295, 337.

K

Ka Chan (Pha), 102, 121.
Ka Dinh (Nam), 19, 20, 21, 24, 25, 26, 32, 44, 45, 46, 116, 155, 165, 215, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 229, 234, 237, 288, 313.
Kam Bon (Ban), 185.
Kam Keut, 36, 37, 38, 51, 61, 70, 86, 87, 88, 100, 103, 119, 120, 130, 138, 141, 145, 149, 150, 154, 167, 213, 218, 223, 225, 227, 230, 256, 328.
Kang (Ban), 217.
Kang (Nam), 30, 280, 282.
Kat (Nam), 282, 283, 289. 312.
Ka Ta (Nam), 24, 25, 32, 249, 258, 259, 285.
Ké Bang, 33, 35, 124, 166.
Ke Bon, 309.
Ké Bong But, 306.
Ke Kien (Ban), 37.
Keng (1) (Ban), 185, 223, 224.
Ké Ngat, 239.
Keng Chek (Ban), 22, 152, 153.
Keng Den (Ban), 25, 140, 149, 168.
Keng Ku, 25, 223.
Ké On, 159, 161.
Keo Neua (col de), 31, 32, 38.
Ké So, 197, 307, 311.
Kha (massifs des), 27, 28, 33.
Kha Han (Ban), 112, 113.
Khe Bo (Ban), 30, 187, 279. 309, 310, 311, 313, 315.
Khe Cha Le, 234.
Khe Chay (Ban), 30, 310, 313.
Khe Chay (massif de), 27, 44, 66, 195, 281, 282, 283, 310.
Khe Moi (Ban), 173.
Khe Net (col de), 32, 35, 127, 277.
Khe Net (village), 244.
Khe Ruc, 95.
Khe Thay, 187, 311.
Khe Thuong, 258.
Khe Tong, 34, 39, 45.
Khe Trinh, 197.

(1) Keng, mot laotien = rapide

Khien (Nam), 28, 29, 161, 198, 206, 267, 268.
Kho (Phou), 185.
Khoa (Ban), 22, 115, 134, 135, 221, 327.
Khoa Truong, 72, 73, 181, 207.
Khuan Lau, 220.
Kien (Nam), 30, 36, 182.
Kieu Moc Phuong, 242, 243.
Kim Bang, 92, 95, 123, 242, 243, 244.
Kim Cuong, 32, 194, 252, 257, 258, 288.
Kim Lu, 125, 156.
Kim Nghe, 172.
King (Ban), 24, 38, 199, 236, 263.
King ou Kinh (Pha), 134, 135.
Kho (Phou), 25, 262.
Ko Hoi (Ban), 30, 36.
Kok (Ban), 38, 185.
Kok Tong (Ban), 152.
Kong Keo (Phou), 77, 81, 105, 249.
Kou Po (Ban), 38.
Ky Anh, 172, 203, 270, 272.
Ky Linh 252.

L

Lai Leng (Phou), 27, 29, 30, 31, 44 106, 197, 198, 255, 256, 257, 265, 267, 269, 282, 284, 285, 287, 289, 312, 313, 331, 337.
La Khé, 38, 54, 118, 126, 127, 128, 129, 156, 163, 204, 328, 329.
Lang Bong Lai, 194, 239.
Lang Gieo, 242, 246.
Lanh Lanh, 92, 123.
La On, 247.
Lat (Nam), 26.
La Tho, 95, 244.
Len Chu (1), 173.
Le Nghi (Khe), 34.
Len Khu Moi, 125.
Len Voi, 295, 304, 305.
Lep (Phou), 27, 29, 36, 44, 194, 248, 255.
Lim (Xom), 95.
Lin Suong (Nam), 28, 238.
Loi Tien (Nui), 273, 274
Lon (Phou), 27, 30, 37, 166, 206, 309, 312.
Long Moc (Xom), 37, 170, 171, 206, 279.
Long Thai, 291, 295, 296, 298, 299, 308.
Luong (Ban), 22, 115.
Ly Hoa, 238.

M

Mahaxay, 23, 86, 132, 133.
Ma Hé. 261.
Mai (Song), 40, 172, 207, 303, 306, 308.
Man (Phou), 161.
Ma Nang (Ban), 209. 262.
Mang (Nam), 26, 28, 225.
Ma Rai (Nui), 90.
Ma Rai (village), 236.
Mat(Nam), 258.
Mau Lam, 206, 293
Mékong. 17, 18, 21, 23. 26, 33, 46, 53, 155, 165, 170, 182, 185, 190, 215, 224, 225, 228, 320, 340, 341, 344.
Meo (Pha), 266.
Meu Gia (col), 24, 25, 27, 31 32, 33, 35, 38, 44, 45, 46, 69, 88, 151, 154, 194, 185, 227, 230, 234, 235, 236, 237, 238.
Minh Cam, 190, 203, 205, 277, 278, 342.
Mo (Ban), 29, 36, 39, 154.
Mo (Houei), 221.
Mo (Muong), (1), 265, 266.
Mo (Nam), 28, 29, 30, 37. 44, 45, 85, 86, 105, 106 107, 129, 130, 155, 160, 161, 171, 195, 206, 230, 231, 267, 268, 269, 290, 291, 312.
Moc (col du), 28, 29, 37.
Moc (Nam), 28.
Moc (Nui), 203, 204, 205.
Moc (Rao), 204.
Moi (Nam), 282.
Mo Mai (Ban), 37.
Mon (Xom), 154.
Mong Ca, 271.
Mong Ca (Ru), 177.
Mui Ron (Cap), 265, 270, 273.
Muon (Nam), 25, 26, 28, 36, 37, 38, 47, 208, 223, 224, 225, 227, 248, 253, 255, 256, 269.
Muon (Ru), 175.
Muong (Pha), 168, 223, 227.
Muong Bam, 35, 38, 88, 122. 166, 168, 199, 236, 237. 246, 263, 264, 337.
Muong Borikane, 21, 26, 38, 185, 224, 225, 340.
Muong Cham, 170, 206.
Muong Lam, 309, 311.
Muong Moc, 28, 231, 268, 269.
Muong Sen, 37, 187, 268, 290, 309.
My Khe, 274.
My Ly, 297, 304.

N

Na Cha Lay (Ban), 248, 251.
Na Di (Ban), 170.
Na Done (Ban), 221.

(1) Len, mot annamite = montagne escarpée.

(2) Muong, mot laotien = village important ou résidence d'un sous-préfet indigène (Chau-muong).

Na Hi (Ban), 113, 114, 115, 132, 133.
Na Huong (Ban), 45, 248, 251, 319.
Na Kay, 38, 185.
Na Khadoc (Ban), 38.
Na Kham (Ban), 221.
Na Khieu ou Na Kieu (Pha), 109, 114, 131, 133.
Na Khu (Ban), 115, 134, 221, 327.
Na Kok (Ban), 220.
Nam (Song), 35, 241.
Nam Giang (Ban), 121, 135, 161.
Nam Kang (Ban), 37.
Na Muoane (Ban), 141.
Nam Ngnan (Phou), 31.
Nam Nien (Sala), 223.
Nam Noi, 208, 209, 223.
Nam Thon, 184.
Nam Trach, 156, 278, 329.
Nang (Pha), 115.
Na Pang (Ban), 120.
Na Pa Van (Ban), 128, 150, 153.
Napé (massif de), 27, 28, 32, 36, 37, 38, 78, 79, 194, 198, 203, 227, 248, 257, 258, 287, 288.
Na Phao (Ban), 153, 327.
Na Tan (Ban), 220.
Na Theut (Ban), 151, 152, 168, 218, 222.
Na Thon (Ban), 194, 258, 259.
Na Toung (Ban), 50, 86, 108, 322.
Na Xa Kong (Ban), 153, 154.
Nay (Rao), 44, 53, 65, 85, 87, 122, 123, 124, 155, 164, 172, 201, 203, 204, 205, 230, 231, 242, 243, 245, 270, 271, 277, 278, 280, 281, 283, 288, 330, 333, 337.
Neun (Nam), 39, 154.
Ngam (Muong), 28.
Ngan Eo, 31, 280, 281.
Ngan Pho, 31, 32, 39, 62, 155, 164, 172, 187, 194, 205, 274, 278, 279, 280, 281, 282, 295.
Ngan Sau, 31, 32, 39, 41, 44, 51, 85, 100, 125, 127, 128, 129, 155, 164, 172, 178, 186, 187, 208, 232, 243, 245, 257, 258, 261, 270, 274, 281, 285, 288, 323, 329, 337.
Ngan Truoi, 32, 258.
Nghe An (Pays muong du), 18, 19, 39, 40, 54, 107, 159, 190, 207, 324.
Nghe An (Province de), 17, 107, 139, 173, 183, 184, 191, 198, 206, 209, 213, 307.
Nghia Dong, 293, 297, 298.
Nghia Hung, 181, 207, 301.
Ngoc Luat, 293, 294.
Ngom ou Hin Ngom (Houei), 169, 170.
Ngu Ma (Nui), 154, 213, 277, 292, 295.
Nguyet Tinh, 293.
Nha Hat (Khe), 95.
Nha Na (Khe), 30, 170, 171, 206, 282.
Nhan Lac, 295.
Nhan Xa, 277.
Nhiep (Nam), 28.
Nhom (Nam), 150, 151.
Nhommalat (Ban), 23, 38, 150, 151, 327.
Nhong (Pha), 102.
Nhot San (Pha), 121, 169, 170.
Nhuong (Nam), 25, 28, 30, 36, 37, 47, 49, 51, 61, 77, 78, 79, 81, 85, 101, 102, 104, 105, 106, 119, 120, 121, 149, 157, 223, 247, 249, 250, 251, 253, 254, 284, 328, 337.
Niam (Nam), 26.
Noi (Nam), 25, 32, 256, 257, 261, 262, 285.
Nong Et (Plateau de), 47, 140, 155, 158, 267, 289, 297, 310, 312, 313, 314.
Nong Lao (Ban), 199, 220.
Nong None ou Nang None (Phou), 140, 157, 225, 226
Nong Su (Ban), 220.

O

Ong Cai (Ru), 241, 242, 271
Ong Kai (Phou), 24, 35.
Onkaie (Phou), 153.
Onn (Ban), 76, 252, 281
Onn (Nam), 24.

P

Pa Hoc (Ban), 81, 170.
Pa Kung, 85, 108, 111, 112, 113.
P'an (Phou), 168, 262.
Pak (1) Buok (Ban), 224.
Pak Mang (Ban), 26, 226.
Pak Mut (Ban), 224.
Pak Sane 344.
Pak Vai (col de), 29, 30, 36.
Pan (Nam), 31, 251.
Pha Bang (Ban), 102, 149.
Pha Bo (Nui), 36, 37, 121, 155, 161, 254, 328.
Phac Phuc (Ban), 102.
Pha Dang (Phou), 34.
Pha Hem (Phou), 141.
Pha Huang (Ban), 224.
Pha Ka Tan (Ban), 223.
Pha Lai (Ban), 282.
Pha Lene (Ban), 115, 220.
Pha Man (Phou), 21, 22, 55, 71, 167, 170.
Phao (Nam), 31, 32, 36, 53, 78, 79, 80, 248, 249, 250, 251.
Pha Pet (Phou), 170.

(1) Pak, mot laotien = embouchure d'une rivière.

Phat (Phou), 154.

Pha Tène (Nam), 21, 22, 23, 53, 59, 65, 115, 116, 134, 193, 197, 198, 199, 215, 218, 219, 220, 221, 222, 228, 229, 322, 331, 332.

Phène (Pha), 113.

Pheo (Nam), 24, 25, 32, 38, 262, 263, 288.

Phi La (Nam), 254.

Phit (Ban), 109, 114, 115, 131, 132, 133.

Phit (Nam), 114.

Phong Nha, 33, 38, 232.

Phou Bok (Ban), 152.

Phuc (Ban), 311.

Phuc Am Thon, 278.

Phuc Coc, 197.

Phuc Son, 282.

Phuc Trach, 107, 127, 155, 187, 189, 203, 205, 272, 278.

Phu Dien, 40, 109, 155, 184, 189, 295, 297, 298, 299, 304, 308.

Phu Luu Thuong, 276.

Phu My, 189.

Phung Luang (Ban), 224.

Phu Qui, 39, 40, 181, 191, 207, 301, 302, 306, 308, 309, 312, 315, 343.

Phu Tinh Gia, 304, 340.

Pieng Mai (Ban), 106, 160, 161.

Pieng Phai (Ban), 197, 310, 311.

Pieng Tong (Ban), 283

Pon (Nam), 102, 121.

Porte d'Annam, 41, 44, 46, 47, 55, 62, 66, 130, 164, 195, 201, 203, 205, 212, 231, 238, 270, 271, 272, 273, 274, 277, 278, 279, 286, 289, 327, 328, 330, 333, 334, 337.

Poung (Ban), 21.

Pouh Han (Ban), 185, 224.

Q

Quang Binh, 17, 23, 33, 34, 44, 60, 119, 139, 166, 171, 188, 194, 216, 230, 322, 343, 344

Quan Son, 71, 72, 73, 164, 304, 308, 338.

Quat (Xom), 236, 264.

Qui Dat (Pays de), 19, 28, 32, 34, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 53 55, 61, 64, 69, 70, 76, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 95, 96, 100, 107, 118, 121, 122, 123, 124 125, 128, 129, 138, 141, 153, 155, 156, 164, 201, 204, 210, 227, 228, 230, 231, 232, 236, 237, 238, 240, 241, 243, 244, 246, 247, 254, 257, 271, 277, 278, 284, 285, 286, 288, 322, 325, 326, 327, 328, 329, 331, 332, 333, 337, 340.

Qui Hau, 301.

Qui Lang, 177, 301, 306, 311.

R

Rao Te, 119.

Regor (Co), 34, 39.

Rom Rom Xa, 154.

Ron, 203, 205, 270.

Ru Vac, 172

S

Sa (Nam), 88

Sa Lou (Ban), 34, 112, 113, 134, 217, 218.

Sam Sun (Phou), 27, 28

San (Houei), 81.

Sane (Nam) (affluent du Mékong), 17, 19, 21, 24, 25, 26, 28, 65, 140, 165, 185, 193, 194, 215, 224, 225, 227, 228, 229, 328, 333, 339, 340.

Sane (Nam) (affluent du Nam Mo), 28, 267, 268.

Sane (Nam) (affluent du Song Ca), 30, 37.

Sang (Ban), 154.

Sang (Muong), 29, 30.

Sang (Nam), 36, 37.

Sang (Phou), 220.

San Kao (Ban), 34, 38, 217.

San Kinh (Co), 34, 112.

Sa Noi (Ban), 182, 263, 268. 269.

Sao (Ban), 221, 262.

Sao (Phou), 26, 27, 28, 29, 106, 129. 130, 156, 165, 182, 194, 195, 198, 199, 226, 227, 263, 265, 266, 268, 269, 279, 289, 326, 331, 335, 340.

Se Bang Fay, 18, 19, 21, 22, 23, 34, 45, 141, 165, 190, 327.

Sé Hou (Houei), 24.

Sé Noi, 21, 45.

So (Ban), 209.

Sone (Ban), 38, 76.

Sone (Ban) (Muong Ban), 236, 263, 264.

Song (Ban), 113.

Song Khon (Ban), 161, 162, 170, 249.

Sop (1) Chat (Ban), 250, 251.

Sop Hang (Ban), 37, 106, 155, 160, 161, 206, 265, 266, 267, 268, 269, 289.

Sop Ho (Ban), 311.

Sop Khom (Ban), 37, 101.

Sop Khon (Ban), 37.

Sop Pon (Ban), 102.

Sop Sot (Ban), 37, 38, 161.

Sop Tham (Ban), 252.

Sop Tiong (Ban), 37.

Sop Tong (Ban), 105.

Sot (Ban), 225.

Sot (Nam), 24, 25, 32, 208. 218, 253, 254, 256, 328, 337.

(1) Sop, mot laotien = embouchure.

Soub Phi (Houei), 132.
Soung (Phou), 220, 222.
Sout (Phou), 25.
Suy Van (Ban), 206.

T

Tai Le, 38, 39.
Tak (Ban), 37, 140, 265.
Tak (Nam), 36, 255, 269.
Ta Khen (Ban), 224.
Ta La Bat (Phou), 21, 25, 26, 38, 45, 185, 224.
Ta Lek A Lam (Ban), 217.
Ta Leo (Ban), 185, 186.
Talus (Cap), 297.
Tam Le, 302.
Tam Trang, 239, 241.
Tam Xuan Thuong, 196, 276, 277.
Ta Na (Ban), 199.
Tan Ap, 38.
Tan Kieu Xa, 244.
Tan Loc, 304.
Tan Ly, 95.
Tan Ninh Phuong, 124.
Tan Yen Xa, 123, 124, 236.
Ta Pei Pan (Ban), 38, 74, 168, 222, 227.
Tap Ha (Ban), 152.
Ta Roun (Co), 34, 38, 45
Ta Thuong, 276.
Tat Y Tou (Ban), 108, 112, 132, 151.
Thach Tien, 292.
Tha Do, 37, 155.
Tha Dua (sala), 138.
Thakhek, 17, 20, 21, 38, 45, 49, 165, 185, 190, 191, 223, 248, 344.
Tham (Ban), 154.
Tham (Xom), 155.
Than (Nam), 36, 161, 253, 254, 256, 328.
Thanh Lang, 35, 93, 97, 100, 125, 128, 236, 244, 246, 247, 284, 322.
Thanh Luyen, 187, 188.
Tha Sala (Ban), 37, 223, 249.
Tha Thay (Ban), 22, 25, 152.
Thanh Thien Xa, 243, 247, 271.
Ta Thoin, 140, 157, 195, 211, 283.
Tha Veng (Ban), 105, 138, 249, 324.
Then Poun (Ban), 268.
Theun (Ban), 38, 230, 262, 264.
Theun (Nam), 24, 25, 26, 32, 168, 185, 186, 194, 208, 209, 210, 222, 223, 227, 258.
Tho (Pha), 221.
Thong Ké (Ban), 220.
Thuan Lé, (voir Tuan Lé).
Thuan Vi, 176, 178, 298, 300, 301, 306, 308.
Thung Giang (Nui), 40, 175, 206, 207, 292, 293, 294, 295, 296.
Thuong Ac, 263.
Thuong Hoa, 206.
Thuong Thon, 196, 275, 276, 292.
Tiem (Rao), 208.
Tien Nong, 155, 299, 300, 301, 308.
Tin Xan (Ban), 182, 267.
Tiouen (Nam), 30, 36, 196 198, 248, 255, 257, 269, 282
Tip (Nui), 161.
To (Nui), 242, 243.
Tong (Ban), 260, 262.
Tong (Nam), 81, 251.
Tong Long (Ban), 176.
Tong Loum (Ban), 154.
Tou (Nam), 30.
Toun (Phou), 115, 220.
Trai Tru, 74, 260, 261.
Tram (Ru), 304.
Trang Tinh, 299.
Tran Ninh 17, 18, 27, 28, 37, 44, 47, 55, 116, 160, 165, 182, 194, 199, 230, 288, 289, 340.
Trau (Song), 30.
Tri Le (sur le Song Ca), 190.
Tri Le (sur le Song Con), 176, 178, 301, 306.
Troc (Rivière ou Rao), 33, 35, 216, 232, 239, 241
Trong Hop, 307.
Tru (Ru), 175, 176.
Trung Thanh, 32, 38, 74, 128, 230, 260.
Truong Bang, 293.
Truong Lang, 292.
Truong Soi, 293.
Truong Va, 175.
Tse (Nam), 33, 34, 50, 85, 108, 111, 113, 119, 151, 185, 215, 216, 217, 221, 228, 322, 325, 326, 327, 328.
Tuan Le, 280, 282, 295.
Tuan Phuong, 273, 274

V

Van Chang (Ban), 208.
Vang A La (Ban), 112, 133
Vang Chan (Phou), 21, 170.
Vang Khang (Ban), 102.
Vang Pet, 217.
Van Hom (Ban), 199, 228
Van Tan, 274.
Van Trinh, 206, 295.
Ve Chinh, 280.
Vientiane (Province de), 17, 38.
Vinh, 17, 38, 44, 45, 51, 63, 154, 163, 172, 173, 175, 189, 216, 231, 270, 274, 279, 290, 292, 330.

Vinh Cu, 38.
Vinh Luu, 189.
Vinh Ninh, 277.
Vinh Trung, 273.
Vin (1) Ka Xeng, 264.
Voi (Ru), 293.
Vong Lieu, 270.
Vu Liet, 28, 29, 30, 38, 281.
Vu Quang, 32, 38, 194, 208, 259.
Vut (Nui), 39, 306.
Vu Tru (Nui), 30, 280.

X

Xang (Phou), 234, 235.
Xieng Khouang, 17, 27, 28, 37, 44, 182, 184, 195, 198, 230, 263, 268, 269, 317, 331, 333, 340.
Xieng Lap, 23.
Xieng Sel (Houei), 86.
Xuan Cam, 203.
Xuan Hoa, 297, 302, 303, 304.
Xuan Kieu, 293.
Xuan Son, 270, 272.
Xuong (Nam), 88, 103.

Y

Ya Theo (Nui), 40, 206, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 307, 308, 311, 313, 315, 334, 340.
Yen Diem, 205, 274.
Yen Du, 244.
Yen Lac, 280, 281, 295.
Yen Luang, 301.
Yen Ly, 181, 301, 302, 308.

(1) Vin, mot so = village.

Table des Figures

		Pages
Fig.	1. — Croquis du Phou Ong Kai et du Co Ca Reng.	24
—	2. — Coupe de la Chaîne annamitique entre B. Ta Pei Pan et Trai Tru.	75
—	3. — Coupe du siluro-dévonien du Nam Nhuong, passant par B. Cha Let	75
—	4. — Coupe du Phou Kong Keo	77
—	5. — Coupe du Nam Phao aux abords du confluent de l'Houei Co Peng.	79
—	6. — Coupe relevée le long du Nam Xuong un peu en aval du confluent du Nam Sa	88
—	7. — Coupe de Xom Con Giau à Qui Dat	90
—	8. — Coupe du Rao Cay à Thanh Lang	93
—	9. — Coupe de l'extrémité orientale du Pha Na Khieu	109
—	10. — Coupe du Co San Kinh, au sud-est de Ban Sa Lou.	112
—	11. — Coupe du Dong Tho	126
—	12. — Coupe passant par Ban Na Khu et B. Khoa	134
—	13. — Coupe passant par le Ru A et le village Muong de Ke On . .	159
—	14. — Coupe du Nam Mo aux environs de Ban Sop Hang	160
—	15. — Coupe aux environs de B. Song Khon	162
—	16. — Coupe passant par Bach Son et le Dong Bat.	163
—	17. — Coupe de Ban Na Theut à Ban Ta Pei Pan	168
—	18. — Coupe entre la chaîne du Phou Au et le massif calcaire du Pha Nhot San	169
—	19. — Coupe du Khe Nha Na en amont de Xom Long Moc	171
—	20. — Coupe schématique du faciès annamite	174
—	21. — Coupe de l'anticlinal de Huu Biet.	176
—	22. — Coupe de Thuan Vi à Tri Lé	178
—	23. — Coupe au nord de Hoang Mai	179

Pages

Fig. 24. — Coupe schématique d'une cuvette salifère 185

— 25. — Coupe passant par Hung Son 202

— 26. — Coupe entre le Rao Nay et Xom Da Co, passant par le Nui Moc 203

— 27. — Plan côté schématique de l'appareil éruptif de la vallée supérieure de Nam Theun. 208

— 28. — Coupe depuis la plaine de Ban Kang jusqu'au massif calcaire au nord de Co Roong 216

Carte géologique du bassin du Nam Pha Tène 219

Fig. 29. — Coupe passant par le col de Meu Gia. 234

— 30. — Coupe passant par Muong Bam 236

Carte géologique des environs de Qui Dat 240

Fig. 31. — Coupe relevée dans le lit du Nam Tong 251

— 32. — Coupes de la vallée du Nam Mo et Ban Den Muong et à 6 km. en amont de Ban Sop Hang 266

— 33. — Coupes au droit de Xom Can Huong et de Tuan Thuong . . 273

— 34. — Coupe du Ru Con Vinh à Ngoc Luat 294

— 35. — Schéma structural du nœud du faisceau de plis du Nui Ya Theo. 300

— 36. — Coupe des collines à l'ouest de Xuan Hoa 303

— 37. — Coupe entre le Song Ca (au N. O. de Ban Khe Chay) et Ban Pieng Phai 310

Table des Matières

Pages

PRÉFACE 7

INTRODUCTION 11

LISTE ALPHABÉTIQUE DES OUVRAGES CITÉS 13

PREMIÈRE PARTIE

APERÇU GÉOGRAPHIQUE 17

INTRODUCTION 17

A. — LA PLAINE DU MÉKONG 20

B. — LA RÉGION KARSTIQUE DU NAM HIN BOUN ET DE LA SE BANG FAY 21

C. — LES VALLÉES DU NAM KA DINH ET DU NAM SANE . . . 24

D. — LA CHAINE ANNAMITIQUE 26

Le Massif du Phou Sao. 28
Le Massif du Phou Lai Leng. 28
Le Massif de Napé 31
Les Massifs des Kha et le Pays de Qui Dat. 33
Les vallées du Nam Muon et du Nam Nhuong. . . . 36
Les passages de la Chaîne annamitique. 47

E. — LA VALLÉE DU SONG CA ET LE PAYS MUONG DU NGHÈ AN. 39

F. — LE LITTORAL ET LES MASSIFS COTIERS. 40

DEUXIÈME PARTIE

Pages

APERÇU GÉOLOGIQUE D'ENSEMBLE 43

INTRODUCTION 43

A. — LES UNITÉS STRUCTURALES ET LA GÉOGRAPHIE . . 43

1° — Les lignes directrices fondamentales 43

2° — Les directions de second ordre 46

B. — LA SÉRIE STRATIGRAPHIQUE 48

1° — Terrains anté-siluriens 49

2° — La série paléozoïque 49

a) Silurien 49

b) Dévonien. 50

c) Anthracolithique 51

3° — La série secondaire 55

4° — Les formations récentes 57

Resumé 57

C. — LES PLISSEMENTS 58

1° — La structure des principaux éléments tectoniques . . . 58

La plaine du Mékong 59

Le bourrelet anticlinal du Nam Hin Boun . . . 59

Le synclinal du Nam Ka Dinh 59

La Cordillère annamitique 60

Le Synclinal du Song Ca 63

L'aire anticlinal du Phou Huat 63

Pages

2° — L'âge des mouvements orogéniques 64

Les mouvements hercyniens 64
Les mouvements secondaires. 64

3° — Le plan hercynien et ses modifications au début des temps secondaires 65

Le plan hercynien 65
Les déformations secondaires 66

TROISIÈME PARTIE

STRATIGRAPHIE

INTRODUCTION. 67

CHAPITRE I. — APERÇU HISTORIQUE. 69

CHAPITRE II. — LES FORMATIONS GÉOLOGIQUES. 74

CAMBRIEN ET PRÉCAMBRIEN. 74

A. — Bordure occidentale de la Chaîne annamitique 74

B et C. — La chaîne annamitique et sa bordure orientale . . . 74

SILURIEN. 76

A. — Bordure occidentale de la Chaîne annamitique 76

B. — Chaîne annamitique 76

a) Limites inférieure et supérieure 77

b) Divisions du silurien 77

c) Coupes 78

d) Discussion des fossiles. 81

C. — Bordure orientale de la Chaîne annamitique 84

Pages

DÉVONIEN 84

A. — Bordure occidentale de la Chaîne annamitique 85

B. — Chaîne annamitique 86

LE DÉVONIEN AUTOCHTONE SOUS LES NAPPES HERCYNIENNES 86

a) *Limites.* 87

b) *Coupes et discussion des fossiles.* 90

1° — *Pays de Qui Dat* 90

Coupe de X. Con Giau à Qui Dat. 90

Coupe du dévonien dans le prolongement sud-oriental du pli de X. Con Giau-Qui Dat . . 92

Coupe de Thanh Lang 93

Autres gisements fossilifères 95

Discussion des fossiles 96

2° — *Vallée supérieure du Ngan Sau* 100

3° — *Muong Kam Keut* 101

Gisement de Sop Khom. 101

Gisement de Ban Ca An 101

Gisement de Ban Sop Pon 102

Gisement de Ban Pha Bang 102

Gisement du canyon du Nam Pon. 102

Discussion des fossiles 103

LE DÉVONIEN CHARRIÉ 104

a) *Limites* 104

b) *Divisions* 105

LE DÉVONIEN SUPPOSÉ DU NAM MO ET DE LA RIVE DROITE DU SONG CA. 105

C. — Bordure orientale de la Chaîne annamitique 106

DINANTIEN 107

A. — Bordure occidentale de la Chaîne annamitique 108

1° — TOURNAISIEN. 108

2° — VISÉEN 109

Pages

a) *Limites*. 109

b) *Coupes*. 111

Coupe de Pa Kung. 111
Coupe du chemin de Ban Vang A La à Ban Tat Y Tou. 112
Coupe de Ban Sa Lou 112
Coupe au sud de Ban Na Hi. 113
Environs de Ban Na Khieu. 114
Environs de Ban Luong 115
Le viséen dans la coupe de Ban Na Khu à Ban Khoa. . 115
Coupe de Ban Pha Lène 115

c) *Discussion des fossiles* 116

B. — Chaîne annamitique. 118

1° — FLANC OCCIDENTAL DE L'ANTICLINAL DU PHOU SAO . . . 119

a) *Sud du Quang Binh* 119

b) *Muong Kam Keut*. 119

1° — Tournaisien 119

2° — Viséen 119

2° — PAYS DE QUI DAT 121

a) *Pays de Qui Dat proprement dit*. 122

1° — *Tournaisien*. 122

a) Limites. 122

b) Divisions et discussion des fossiles 122

2° — *Viséen* 124

b) *Sillon du Rao Cay*. 124

3° — VALLÉE SUPÉRIEURE DU NGAN SAU 125

Coupe du Dong Tho 126
Discussion des fossiles. 128

4° — PHOU SAO, VALLÉE DU NAM MO ET DÉPRESSION DU NAM HUNG. 129

C. — Bordure orientale de la Chaîne annamitique 130

Pages

MOSCOVIEN 130

a) *Limites* 131

b) *Coupes* 132

c) *Discussion des fossiles* 135

OURALIEN ET PERMIEN 138

Divisions et études des divers horizons 140

A. — OURALIEN 141

Limite inférieure et horizon à *Neofusulinella praecursor* . . 141

Horizon à *Fusulina Rouxi* 149

Horizon à *Fusulina regularis* et *Fusulina multiseptata* . . . 150

Horizon à *Schwagerina princeps* 151

B. — PERMIEN 153

Horizon à *Fusulina Douvillei* 153

Horizon à *Sumatrina Annae* 153

Autres gisements de fusulinidés 154

COMPLEXE GRÉSO SCHISTEUX SOUVENT LUSTRÉ DE L'ANTHRACOLITHIQUE 154

a) *Limite inférieure* 157

b) *Limite supérieure* 158

c) *Coupes* 159

a) Coupe au nord du Ru A 159

b) Coupe du Nam Mo aux environs de Ban Sop Hang . . . 160

c) Coupe aux environs de B. Song Khon 161

d) Coupe passant par Bach Son et le Dong Bat 163

Résumé 163

TRIAS 164

1° — FACIÈS BAS-LAOTIEN 165

a) *Subdivisions et limites* 167

b) *Coupes* 167

Pages

a) Coupe de Ban Na Theut à B. Ta Pei Pan 168
b) Coupe dans les environs de Muong Bam. 168
c) Coupe entre la chaîne du Phou Au et le massif calcaire du Pha Nhot San 169
d) Coupe du Khe Nha Na en amont de Xom Lang Moc. . . 170
e) Coupe du Nam Mo en aval de Ban Sop Hang 171

2° — FACIÈS ANNAMITE 171

a) *Subdivisions*. 173
b) *Limites*. 175
c) *Coupes*. 175

a) Coupe de l'anticlinal de Huu Biet 175
b) Coupe de Thuan Vi à Tri Lé 176
c) Coupe au nord de Hoang Mai 179

3° — SCHISTES VIOLACÉS DU TRAN NINH. 182

OBSERVATIONS SUR LA POSSIBILITÉ DE RACCORDER LES FACIÈS BAS-LAOTIEN ET ANNAMITE 182

RHÉTIEN 183

1° — RHÉTIEN DU NGHÈ AN. 184
2° — GRÈS SUPÉRIEURS DU LAOS 185

TERTIAIRE ET QUATERNAIRE. 186

TERTIAIRE 186

a) *Tertiaire du Song Ca*. 186
b) *Tertiaire du Ngan Sau* 187

QUATERNAIRE 188

a) *Sables et faluns d'origine marine* . . . 188
b) *Graviers et limons fluviatiles* 190
c) *Dépôts latéritiformes et terres provenant de la décomposition sur place de roches riches en fer*. 190

Pages

CHAPITRE III. — LES ROCHES CRISTALLINES. 192

1° — ROCHES DE MASSIF ET ROCHES D'INTRUSION 192

A. — Granites, granodiorites et diorites 192

A) GRANITES ANTÉ-SILURIEN 192

B) GRANITES ET DIORITES ANTHRACOLITHIQUES. . . 193

Répartition géographique.

1°) Bourrelet anticlinal du Nam Hin Boun . 193
2°) Cordillère annamitique 193
3°) Aire anticlinale du Phou Huat. . . . 197

Résumé 197

B. — Microgranites et microdiorites 198

C. — Gabbros, ophites 199

2° — ROCHES D'EPANCHEMENT 200

A. — Roches de la famille des rhyolites 200

a) Limite inférieure 200

b) Limite supérieure 201

c) Coupes 202

Coupe passant par Hung Son. 202
Coupe entre le Rao Nay et X. Da Co, passant par le Nui Moc 203

d) Répartition géographique des microgranites et des rhyolites 205

B. — Dacites et andésites 206

C. — Basaltes 207

CHAPITRE IV. — LES FORMATIONS GÉOLOGIQUES DU NORD DE L'INDOCHINE CENTRALE DANS LEURS RAPPORTS AVEC LES MOUVEMENTS OROGÉNIQUES 210

A. — LA STRATIGRAPHIE ET LES MOUVEMENTS HERCYNIENS . 210

B. — LA STRATIGRAPHIE ET LES MOUVEMENTS SECONDAIRES. 212

QUATRIÈME PARTIE

Pages

STRUCTURE 213

INTRODUCTION 213

CHAPITRE PREMIER. — BORDURE INTERNE DE LA CORDILLÈRE ANNAMITIQUE 215

A. — LES FRACTURES DES PAYS KHA DE CO ROONG ET DU NAM TSÉ 216

B. — LE BASSIN DU NAM PHA TÈNE 218

Les gîtes d'étain 222

C. — LES PLIS DU NAM KA DINH ET LE FAISCEAU PLISSÉ DU NAM SANE 222

D. — LA STRUCTURE D'ENSEMBLE DE LA BORDURE EXTERNE DE LA CORDILLÈRE ANNAMITIQUE 226

1°) Le contact de la Cordillère annamitique et du synclinal du Nam Ka Dinh 226

2°) Le synclinal du Nam Ka Dinh 227

3°) Le bourrelet anticlinal du Nam Hin Boun . . . 228

4°) La plaine synclinale du Mékong 229

CHAPITRE II. — LA CORDILLERE ANNAMITIQUE 230

A. — LES DISLOCATIONS DU PAYS DE QUI DAT 231

a) Les dislocations secondaires 232

1°) Le sillon d'Hang Rao 232

2°) Le sillon du Rao Nay 234

a) Coupe passant par le col de Meu Gia 234

b) Coupe passant par Muong Bam 236

b) Les dislocations hercyniennes 237

a) Coupe entre la Rivière de Troc et le Rao Nay . 239

b) Coupe passant par la plaine de Kim Bang et Kieu Moc Phuong 242

c) Coupe des environs de Qui Dat 243

d) Coupe du Rao Cay entre Thanh Lang et Khe Net 245

e) Le recouvrement de la rive droite du Rao Cay . 246

Pages

c) Considérations générales sur les plis du pays de Qui Dat . . . 247

B. — LA STRUCTURE DU CAMMON SEPTENTRIONAL . . . 248

1°) — *Coupe du Nam Phao de Napé.* 248

2°) — *Coupe des vallées du Nam Nhuong et du Nam Chat* 249

3°) — *Coupe de long des vallées du Nam Sot, du Nam Than et du Nam Cham* 253

4°) — *Coupe le long des vallées du Nam Tak, du Nam Muon et du Nam Tiouen* . . . 255

5°) — *Résumé* 256

C. — LA PARTIE CRISTALLINE DE LA NAPPE ANTÉ-VISÉENNE . 257

a) *Coupe de Kim Cuong à Napé* 258

b) *Coupe de Khe Truong à Ban Na Ton* . . . 258

c) *Coupe de Trai Tru à Ban Ta Pei Pan* . . . 260

d) *Coupe de Trung Thanh à Ban Tong.* . . . 260

e) *Coupe de Ban Theun au Co Ca Reng et au Dong Tho en aval de Chuc A* 262

f) *Résumé* 264

D. — LA STRUCTURE DE LA VALLÉE DU NAM MO ET DE LA RÉGION DE MUONG MOC. 265

Considérations d'ensemble sur les mouvements reconnus dans la vallée du Nam Mo 269

E. — LES CARACTÈRES STRUCTURAUX DES MASSIFS COTIERS DU HA TINH ET DE LA PORTE D'ANNAM ET LES FRACTURES DU RAO NAY ET DU HUONG KHÉ . . 270

a) *L'effondrement du bas Rao Nay* 271

b) *Le massif de la Porte d'Annam.* 271

c) *Le contact des massifs de la Porte d'Annam et du Cap Dan.* 273

d) *La région des collines qui prolongent au nord-ouest le massif de la Porte d'Annam.* 274

e) *Le massif de Benthuy* 275

f) *Les fractures du Rao Nay et du Huong Khé* . 277

g) *Les massifs du Hatinh et de la Porte d'Annam et les mouvements secondaires* . . . 278

Pages

F. — LES DÉCOLLEMENTS AVEC CHEVAUCHEMENTS DE LA BORDURE NORD-ORIENTALE DE LA CORDILLÈRE ENTRE LA DÉPRESSION DU NAM HUNG ET VINH . 279

Résumé 283

G. — LE STRUCTURE D'ENSEMBLE DE LA CORDILLÈRE ANNAMITIQUE 283

1°) *La Cordillère annamitique et les mouvements hercyniens* 284

2°) *La Cordillère annamitique et les mouvements secondaires* 287

CHAPITRE III. — LA BORDURE INTERNE DE LA CORDILLÈRE ANNAMITIQUE 290

A. — LES TORSIONS DU NUI THUNG GIANG, DES COLLINES DE LONG THAI ET DU NUI DAI VAC 292

B. — LES PLISSEMENTS DE L'AIRE ANTICLINALE DU PHOU HUAT ET DE SA ZONE D'ENNOYAGE 296

a) *Le nœud du Nui Ya Theo et le raccord avec les torsons du sud du Nghê An* 298

b) *Les plis dans la région frontale du chevauchement du nui Bo Bo* 300

c) *Les plis en arrière du front du chevauchement du Nui Bo Bo* 305

d) *Résumé* 307

C. — LA VIRGATION DU NGHE AN 309

a) *Coupe entre le Song Ca et Ban Pieng Phai* . . 310

b) *Coupe relevée sur le Nam Cha Lap.* 312

Résumé 313

D. — LA STRUCTURE D'ENSEMBLE DE LA BORDURE INTERNE DE LA CORDILLÈRE ANNAMITIQUE 313

CINQUIÈME PARTIE

Pages

CONCLUSIONS 317

INTRODUCTION 317

CHAPITRE I. — LE NORD DE L'INDOCHINE CENTRALE AVANT LA TRANSGRESSION TRIASIQUE. 318

A. — PÉRIODE PRÉLIMINAIRE OU ANTÉ-HERCYNIENNE. 318

Temps anté-siluriens. 318

Silurien 321

Devonien. 322

B. — PÉRIODE D'OROGÉNÈSE : (DINANTIEN ET MOSCOVIEN). . . 325

1°) *Tournaisien* 325

2°) *Viséen* 327

3°) *Moscovien* 330

C. — PÉRIODE ÉRUPTIVE : (OURALIEN ET PERMIEN) 332

CHAPITRE II. — LE NORD DE L'INDOCHINE CENTRALE DEPUIS LE TRIAS 336

A. — PÉRIODE DES MOUVEMENTS SECONDAIRES : (TRIAS ET RHETIEN) 336

B. — LE NORD DE L'INDOCHINE CENTRALE APRÈS LE RHETIEN . 342

INDEX GÉOGRAPHIQUE 347

TABLE DES FIGURES 355

1re THÈSE : Recherches géologiques dans le Nord de l'Indochine centrale.

2e THÈSE : Propositions données par la Faculté.

Lu et accepté :
LES MEMBRES DU JURY
C. DEPÉRET,
F. ROMAN.

Vu et approuvé :
LE DOYEN,
C. DEPÉRET.

Vu et permis d'imprimer :
P. LE RECTEUR,
LE VICE-PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ,
C. DEPÉRET.

ERRATA

Page 31 — 15e ligne — *au lieu de* : sont habités — *lire* : sont habitées.
— 53 — 8e — — *au lieu de* : Carboniférienne — *lire* : anthracolithiques,
— 59 — 17e — — *au lieu de* : *Litosthrotion* — *lire* : *Lithostrotion*.
— 60 — dern. ligne — *au lieu de* : plissé — *lire* : plissés.
— 63 — 39e ligne — *au lieu de* : appelé — *lire* : appelés.
— 72 — 16e ligne — *au lieu de* : M. Hang — *lire* : M. Haug.
— 80 — 37e — — *au lieu de* : calcschistes — *lire* : calcschistes.
— 84 — 13e ligne — *au lieu de* : trilobites ; est nettement silurienne il est....
lire : trilobites est nettement silurienne ; il est....
— 96 — 9e ligne — *au lieu de* : *Strophalusia* — *lire* : *Strophalosia*.
— 96 — 27e ligne — *au lieu de* : *Belleruphon* — *lire* : *Bellerophon*.
— 97 — 25e ligne — *au lieu de* : *Atrypa* — *lire* : *Athyris*.
— 101 — 20e ligne et 30e ligne — *au lieu de* : *Schyzophoria* — *lire* : *Schizophoria*.
— 103 — 20e ligne — *au lieu de* : *Schyzophoria* — *lire* : *Schizophoria*.
— 111 — dern. ligne — *au lieu de* : *hœmisphericus* — *lire* : *hemisphaericus*.
— 122 — 27e ligne — *au lieu de* : *Atrypa* — *lire* : *Athyris*.
— 129 — 26e ligne — *au lieu de* : N. Ho — *lire* : Nam Mo.
— 138 — 18e ligne — *au lieu de* : *Paleofusulinella* — *lire* : *Paleofusulina*.
21e ligne — *au lieu de* : paleofusulinelle — *lire* : paleofusuline.
22e ligne — *au lieu de* : fusulinelle — *lire* : fusuline.
— 180 — 38e ligne — *au lieu de* : *Lacanites* — *lire* : *Lecanites*.
— 207 — 31e ligne — *au lieu de* : nord-est — *lire* : sud-ouest.
— 251 — 10e ligne — *remplacer* : coupe, à gauche de l'axe vertical de la coupe ; les micaschistes....
par : coupe ; à gauche de l'axe vertical de celle-ci, les micaschistes...
— 265 — 32e ligne — *au lieu de* : Muong Mo — *lire* : Muong Moc.
— 278 — 10e ligne — *au lieu de* : des microgranites — *lire* : de microgranites.
— 283 — 14e ligne — *au lieu de* : voient ien — *lire* : voient bien.
— 312 — 21e ligne — *au lieu de* : de scornes — *lire* : des cornes.
— 330 — 11e ligne — *au lieu de* : éloigné — *lire* : éloignée.
— 336 — 3e titre — *au lieu de* : Période de mouvements — *lire* : Période des mouvements....

Table des Planches et Cartes hors-texte

PLANCHES

Planche I. — Coupes de la bordure occidentale de la Cordillère annamitique.

— II. — Coupes du Pays de Qui Dat.

— III. — Coupes à travers la Cordillère annamitique.

— IV. — Photographies de types de la région étudiée.

Planches V à X. — Paysages géologiques.

— XI et XII. — Microphotographies de roches.

CARTES

Carte N° 1. — Carte géologique provisoire du nord de l'Indochine centrale au 1/1.000.000e

— N° 2. — Carte physique du nord de l'Indochine centrale au 1/1.000.000e

— N° 3. — Carte structurale schématique du nord de l'Indochine centrale au 1/1.000.000e

— N° 4. — Carte géologique du nord de l'Indochine centrale au 1/400.000e (en 2 demi-feuilles).

— N° 5. — Carte géologique de la partie nord-est de la feuille Vinh au 1/100.000e

— N° 6. — Carte géologique de la région située à l'est du confluent du Song Ca et du Song Con au 1/100.000e

Cartes Nos 7 à 10. — Esquisses paléogéographiques du nord de l'Indochine centrale au 1/2.000.000e

N° 7, pendant la période siluro-dévonienne.

N° 8, — moscovo-dinantienne.

N° 9, — ouralo-permienne.

N° 10, au début des temps secondaires.

Coupes de la Bordure occidentale de la Cordillère Annamitique.

Echelle 1:200.000e

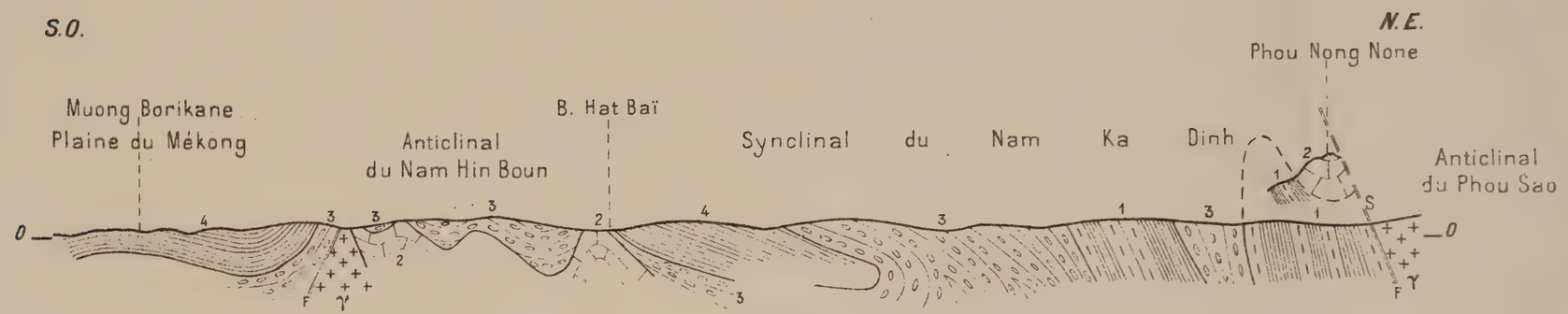


Fig. 1.- Coupe relevée le long du Nam Sane et du Nam Mang

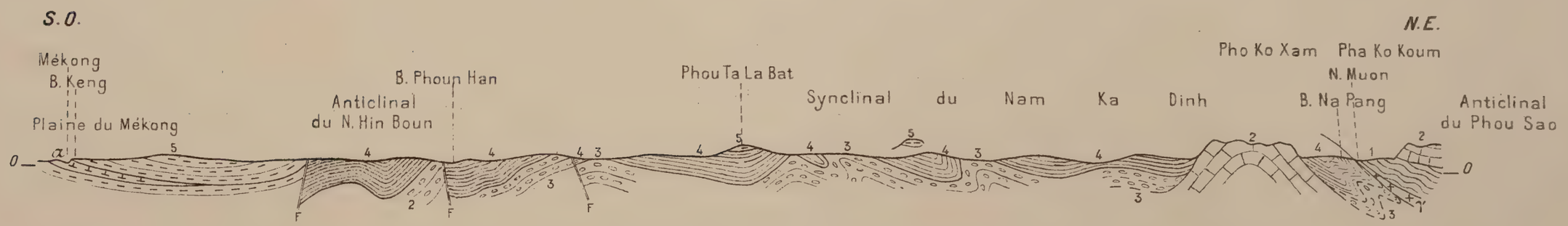


Fig. 2.- Coupe entre le Mékong (B. Keng) et le Nam Muon (B. Na Pang).

LEGENDE.- 1, Dévonien et anthracolithique inférieur. 2, Ouralo-permien réel ou supposé. 3; Poudingues triasiques. 4, Terrain rouge du trias. 5, Grès supérieurs salifères. γ. Granite. α, Andésite. F. Faille. S, Sources sulfureuses.

Coupes du pays de Qui Dat

Echelle 1:100.000e

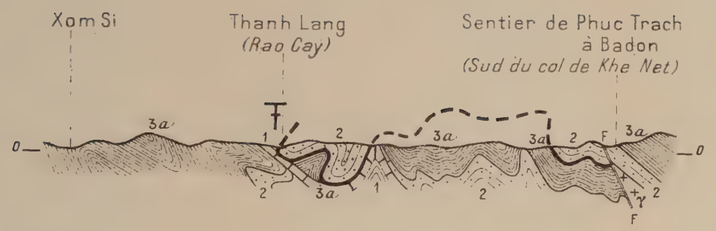


Fig. 1.– Coupe de Xom Si au Sud du col de Khe Net

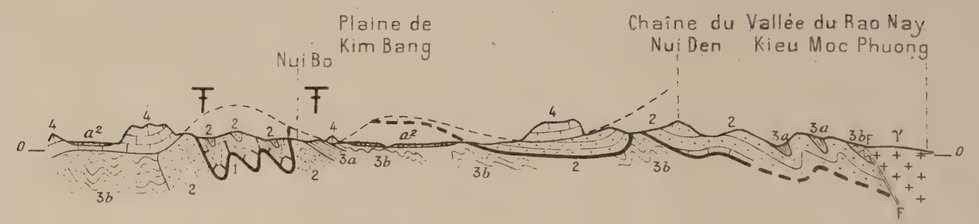


Fig. 3.– Coupe passant par la plaine de Kim Bang et Kieu Moc Phuong

LEGENDE: 1, Schistes et calcaires dévoniens; 2, Grès du dévonien supérieur; 3*a*, Schistes dinantiens; 3*b*, Lydiennes viséennes; 4, Calcaires ouralo-permiens; γ*g*, Cristallin du massif de Dong Hoi (Granite et micaschiste); γ, Granite; FF, Faille du Rac Nay; F, Faille; ⌒ contact anormal ---- surface supposée de la Transgression ouralienne montrant l'importance des mouvements secondaires.

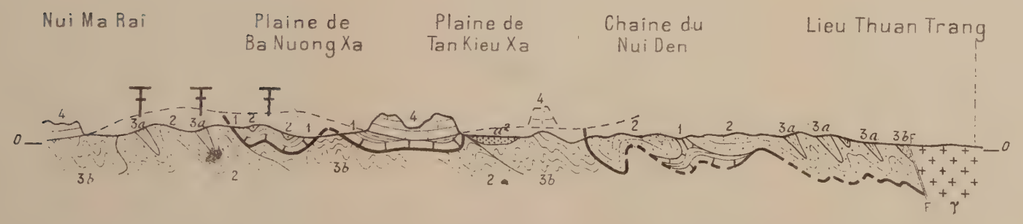


Fig. 2.– Coupe passant par la plaine de Ba Nuong Xa et Lieu Thuan Trang

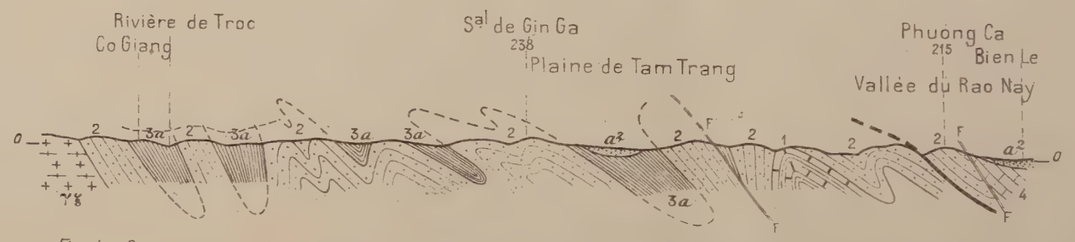


Fig. 4.– Coupe entre Co Giang et Bien Le (depuis la rivière de Troc jusqu'au Rao Nay)

N. B. Même légende pour les quatre coupes.

Coupes à travers la Cordillère Annamitique

Echelle 1:200.000e

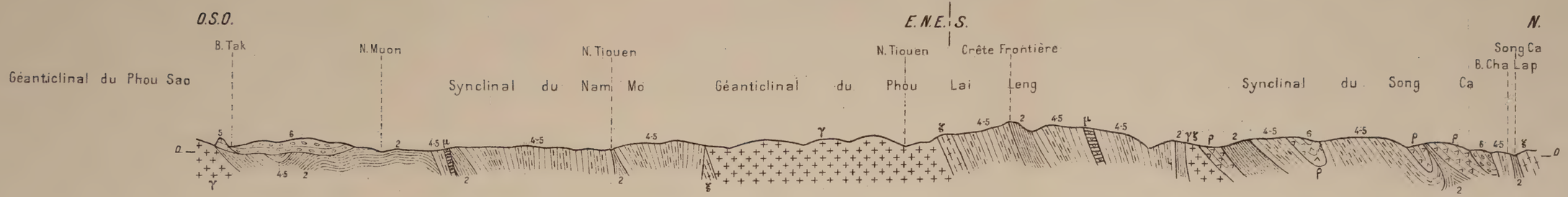


Fig. 1.- Coupe entre B. Tak (Laos) et B. Cha Lap (Annam)

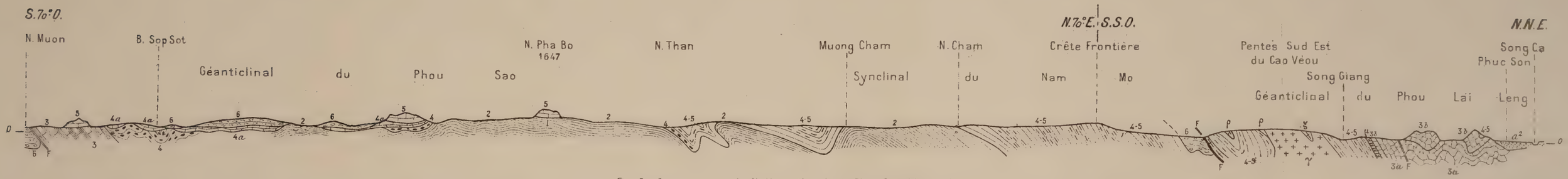


Fig. 2.- Coupe entre le N. Muon (Laos) et Phuc Son (Annam)

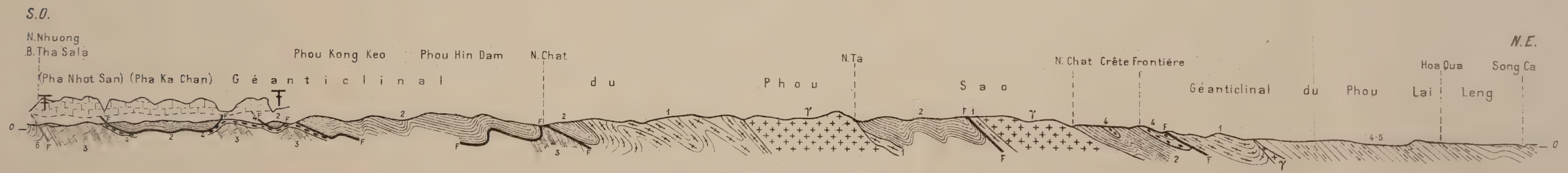


Fig. 3.- Coupe de B. Tha Sala (Laos) à Hoa Qua (Annam)

LEGENDE : 1, Complexe cristallin charrié ; 2. Siluro-dévonien charrié ; 3, Dévonien et dinantien inférieur du Laos ; 3*a*, Lydiennes supposées dévoniennes du Nghe An ; 3*b*, Marbres et cipolins du Nghe An ; 4, Base du complexe gréso-schisteux anthracolithique ; 4*a*, Calcaires viséens à Syringopora ; 4-5. Complexe gréso-schisteux de l'anthracolithique ; 5, Calcaires ouralo-permiens ; 6, Trias ; γ, Granite ; γξ, Granite et gneiss ; ξ. Gneiss ; ξ, Micaschistes et contact du granite ; μ, Microgranite ; P, Rhyolites ; F. Failles ; FF. Contact anormal.

PLANCHE IV

PLANCHE IV

A. — Environs de Bai Dinh.

Au milieu, types de Kha Mo de la vallée supérieure du Rao Cay.

B. — Vallée du Nam Tse.

Types de Kha So de Ban Kha Han.

C. — Vallée du Nam Nhuong.

Phu Thuong de Ban Nam Ca Mang.

D. — Vallée du Nam Nhuong.

Kha Tong Luong à l'entrée de leur hutte conique, en branchages.

E. — Nhommalat.

Types de Kha So.

F. — Plaine du Mékong.

Phu Thai de Ban Tham.

J. FROMAGET : Études géologiques sur le Nord de l'Indochine centrale.

Planche IV

A

B

C

D

E

F

PLANCHE V

PLANCHE V

A. — Vallée de la Se Bang Fay.

Calcaires ouralo-permiens horizontaux.

B. — Plaine de Ban Tha Tay.

Second et troisième plans, rochers de calcaires ouralo-permiens.
Arrière plan, escarpements du Phou Pha Man, argiles et grès rouges triasiques à *Pachycardia*.

— Plaine de Nhommalat.

Calcaires ruiniformes de l'ouralien moyen, à *Fusulina regularis* et *Fusulina multiseptata*.

Planche V

A

B

C

PLANCHE VI

PLANCHE VI

A. — Massif du Bo De, aux environs de Ba Nuong Xa.

Le premier plan et le pied de la montagne à droite, sont constitués par des grès dévoniens et des lydiennes viséennes (terrains en place).

La partie inférieure de la montagne, jusqu'au dessous du grand escarpement, est en calcaires à anthozoaires du dévonien moyen (recouvrement principal du Pays de Qui Dat).

Les escarpements supérieurs et le sommet du Bo De sont en calcaires ouralo-permiens.

B. — Col de Khe Net.

Cette dépression est située sur la fracture du Rao Nay. Le rocher à gauche du col fait partie de la bande de calcaires ouralo-permiens, plissée, qui longe cette dislocation depuis la mer jusqu'au nord-ouest de Phuc Trach.

C. — Vallée de la Se Bang Fay.

Calcaires ouralo-permiens horizontaux.

D. — Vallée du Nam Hin Boun.

Calcaires ouralo-permiens horizontaux.

E. — Environs de Nhommalat.

Contact des grès poudingues du trias (en haut et à droite) et des calcaires ouralo-permiens (en dessous et à gauche).

F. — Vallée du Nam Theun.

Vallée creusée dans les grès et argiles rouges du trias. Pont flottant de la route provinciale de Vinh à Thakhek.

J. FROMAGET : Études géologiques sur le Nord de l'Indochine centrale.

Planche VI

A

B

C

D

E

F

PLANCHE VII

PLANCHE VII

A. — Vue sur la Chaîne Annamitique, prise de la sala du Phou Tou.

Premiers plans, grès et terrains rouges du trias, recouverts par les grès supérieurs qui constituent le couronnement du Phou Sout (à gauche).

Au centre, petit massif de calcaires ouraliens de Keng Den.

A l'arrière plan, la Chaîne annamitique (schistes cristallins et granites du massif de Napé).

B. – Pays de Qui Dat, chaînes d'entre Rao Nay et Song Nam.

A gauche, calcaires ouralo-permiens de la plaine de Kim Bang.

A droite, rochers de calcaires ouralo-permiens des environs de Minh Cam sur le Rao Nay, dominés en arrière par les chaînes de collines de grès, de schistes et de rhyolites du massif de la Porte d'Annam.

Au centre, dévonien gréseux du principal lambeau de recouvrement du pays de Qui Dat.

Planche VII

A

B

PLANCHE VIII

PLANCHE VIII

A. — *Vallée supérieure du Rao Te* (au sud d'Hang Rao).

Contact des grès triasiques (à gauche) et des calcaires anthracolithiques (à droite) le long de la fracture d'Hang Rao.

B. — *La grotte d'Hang Rao*, creusée dans un escarpement de calcaires ouralo-permiens butant par faille contre les poudingues du trias, qui constituent le lit de la rivière et le premier plan de la photographie.

C. — *Le Rao Cay en amont de Thanh Lang.*

Petit rapide dans les grès schisteux de l'anthracolithique.

D. — *Massif calcaire de Ke Bang.*

Passage de la faille principale d'Hang Rao dans les lydiennes dinantiennes.

E. — *Vallée supérieure du Nam Pheo.*

Aux premiers plans, pentes granitiques boisées de la Chaîne annamitique au sud-ouest de Ban King.

Au fond, escarpement de grès secondaires de la bordure nord-est de la cuvette en saillie du Nam Ka Dinh.

F. — *Le plateau Meo de Nong Et.*

Au premier plan, la sala, sur les grès et schistes paléozoïques.

En arrière, colline escarpées de calcaires ouralo-permiens.

J. FROMAGET : Études géologiques sur le Nord de l'Indochine centrale.

Planche VIII

A

B

C

D

E

F

PLANCHE IX

PLANCHE IX

A et B. — Le Nui Thung Giang au sud de Ngoc Luat.

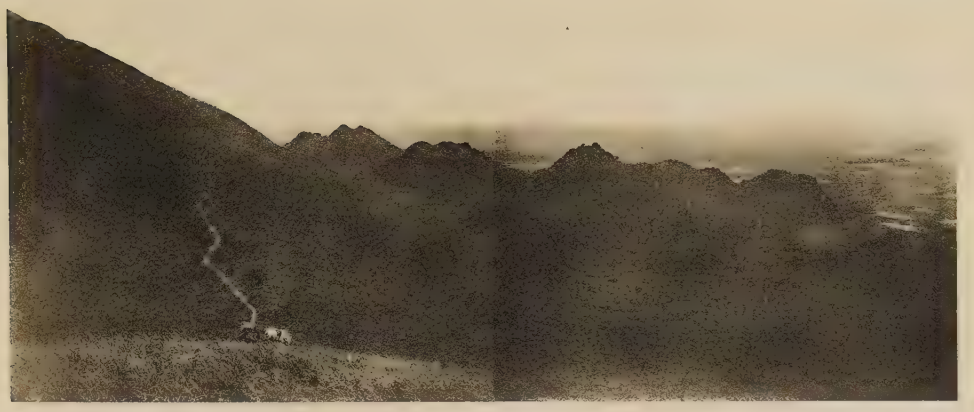
Synclinal de trias calcaréo-schisteux déversé au nord-nord-est.

C. — Le littoral du Hatinh à l'ouest du Cap Mui Ron.

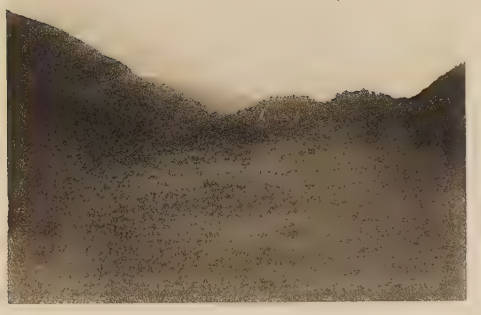
Paysage dans les microgranites et les rhyolites.

D. — Environs de Dong Mai (Phu Dien).

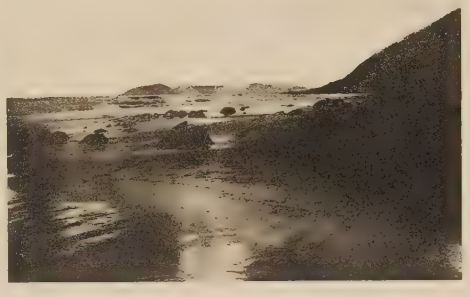
Contact des calcaires triasiques (masses rocheuses) et des poudingues de la base de cette période (collines mollement sculptées).



A



B



C

D

PLANCHE X

PLANCHE X

A. — Le Song Ca en aval Phuc Son.

Calcaires supposés dévoniens du pays muong de Con Cuong.

B. — Pays de Qui Dat. La plaine de Kim Bang.

Synclinal de calcaires ouralo-permiens.

C. — La plaine littorale à l'est de Hoang Mai.

Contact du trias et du rhétien. Les rochers qui se voient au premier plan à gauche et à divers plans à droite sont des calcaires triasiques plissés, les chaînes de collines du second plan à gauche et de l'arrière plan, sont formées par les poudingues et les grès sensiblement horizontaux du réthien.

A

B

C

PLANCHE XI

PLANCHE XI

A. — Granite écrasé de Bui Xa (massif de Benthuy).

Structure cataclastique.
Cristaux de quartz, d'orthose albitisée et d'oligoclase. Cassures remplies de débris de quartz et de mica noir transformé en chlorite. × 18

B. — Granite écrasé de Bui Xa (massif de Benthuy).

Roche voisine de la précédente, avec en plus un peu de séricite, l'écrasement est un peu plus intense que dans l'échantillon précédent. × 14

C. — Microgranite de Hung Son (massif de la Porte d'Annam).

Roche complètement écrasée avec recristallisation du quartz. Quelques grains de feldspath mis à part, l'aspect général est celui d'un quartzite un peu ferrugineux avec muscovite et séricite. × 48

D. — Granite ou microgranite de la région au sud de Da Co Xom (Hatinh).

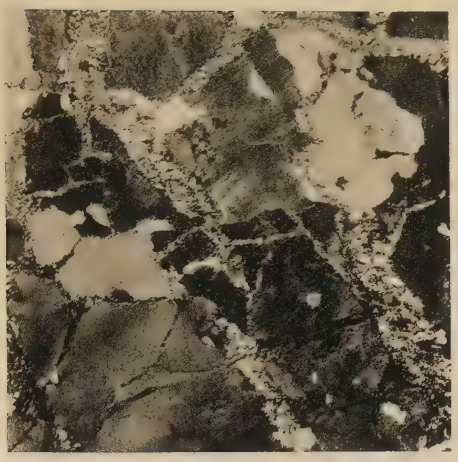
Roche complètement laminée. Fond de quartz microgrenu avec biotite, séricite et oxyde de fer abondant. Grands cristaux cassés et arrondis de quartz et de feldspath. × 18

E. — Gneiss à deux micas de la chaîne annamitique au sud-ouest de Vu Quang (Annam).

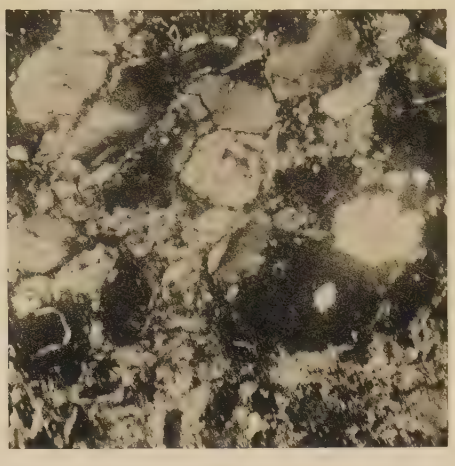
Roche très écrasée avec feldspaths très altérés. × 48

F. — Gneiss à deux micas de la chaîne annamitique au sud-ouest de Vu Quang (Annam).

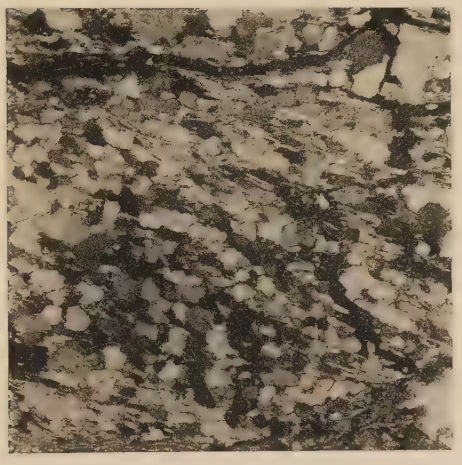
Roche très écrasée dans laquelle il est possible de distinguer les éléments suivants : quartz, albite partiellement altérée, biotite, muscovite et fibrolite. × 18



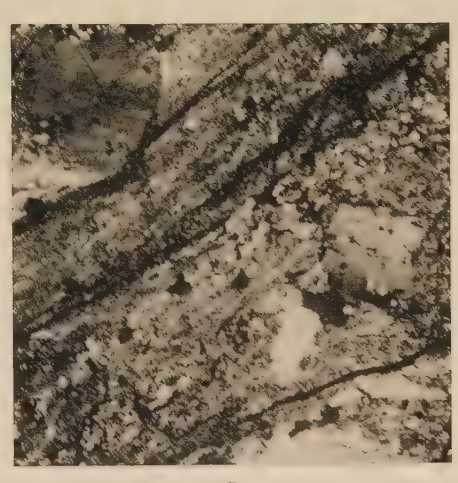
A



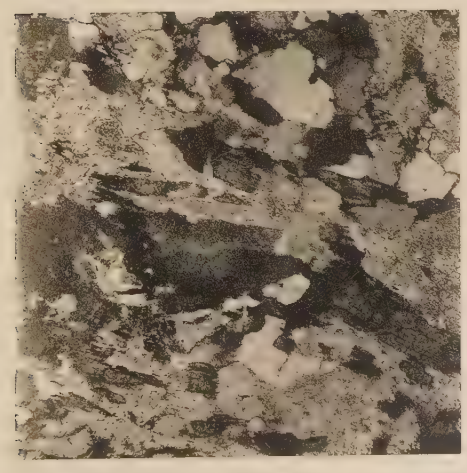
B



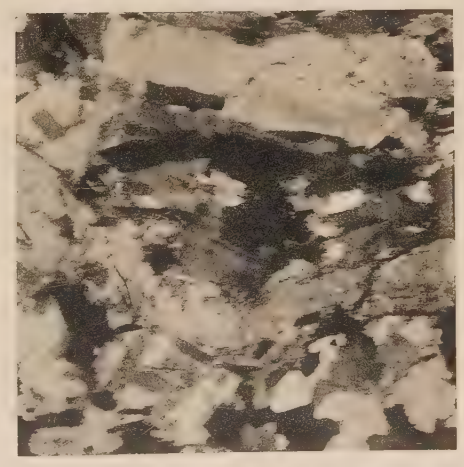
C



D



E



F

PLANCHE XII

PLANCHE XII

A. — Microdiorite quartzique des environs de B. Nong Lao (Laos).

Fond microgrenu de quartz et de feldspath.
Phénocristaux : andésine zonée et mica biotite. × 32

B. — Micrograbbro quartzique du Cap Dan (Annam).

Association poecilitique de quartz, de feldspath, de biotite et d'augite, avec un peu de serpentine, de magnétite et d'apatite. × 48

C. — Labradorite à olivine du sud-ouest de Phu Qui (Annam).

Microlites de labrador.
Phénocristaux : olivine, augite, andésine, aiguilles d'ilménite × 48

D. — Dacite du Nui Ya Theo (Annam).

Fond de feldspath dévitrifié avec quartz globulaire.
Phénocristaux d'andésine. × 35

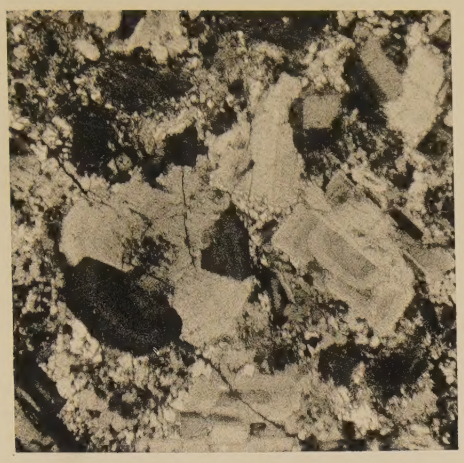
E. — Tuf andésitique des environs de Hoang Mai (Annam).

Fond partiellement cinéritique avec phénocristaux d'andésine et quelques grains de quartz. × 18

F. — Grès feldspathique du haut Nam Tiouen (Laos).

Ciment de quartz à grain très fin, avec un peu d'argile, de séricite et de fer.
Grains plus gros de quartz nourris et de plagioclase. × 48

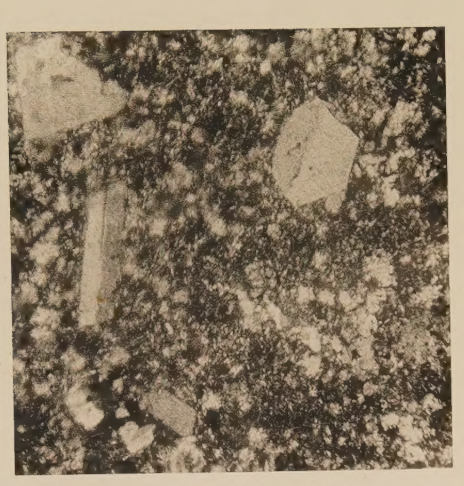
Imp. d'Extrême-Orient, Hanoi. — 30325-430



A

B

C



D

E

F

Imprimerie
d'Extrême-Orient
HANOI — 1927.